МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЧЕЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОВРЕМЕННАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Сборник материалов
II Международной научно-практической конференции
22-24 октября 2021 года

Грозный 2021

УДК 51
ББК 22.1
С-56

Ответственный редактор
кандидат технических наук, доцент *Джамбетов Э.М.*

Редакционная коллегия:

Асхабов С.Н., доцент, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа Чеченского государственного педагогического университета

Тарамова Х.С., кандидат физико-математических наук, и.о. заведующего кафедрой математического анализа Чеченского государственного педагогического университета.

С-56 Современная математика и ее приложения: сборник материалов II Международной научно-практической конференции (г. Грозный, 22-24 октября 2021 г.) – Издательство Чеченского государственного педагогического университета, Махачкала «Алеф», 2021. – 456 с.

ISBN 978-5-00128-803-9

Сборник включает в себя материалы II Международной научно-практической конференции «Современная математика и ее приложения», на которой рассмотрены актуальные проблемы физико-математического образования.

Сборник предназначен для широкого круга ученых, аспирантов и студентов физико-математического направления.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Тексты статей публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-00128-803-9

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

СЕКЦИЯ 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

СЕКЦИЯ 3. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

СЕКЦИЯ 4. ФИЗИКА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

СЕКЦИЯ 5. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 517.968

НЕЛИНЕЙНОЕ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА С РАЗНОСТНЫМИ ЯДРАМИ

***Асхабов С.Н.**, доктор физико-математических наук, профессор,*
Чеченский государственный педагогический университет,
Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова, г. Грозный
e-mail: askhabov@yandex.ru

***Бетилгириев М.А.**, доктор экономических наук, кандидат*
физико-математических наук, профессор,
Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, e-mail: betilgiriev@mail.ru

***Тарамова Х.С.**, кандидат физико-математических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: thedi@yandex.ru

***Аннотация.** В статье изучается нелинейное интегро-дифференциальное уравнение второго порядка с разностными ядрами. Установлена связь этого уравнения с нелинейным интегральным уравнением типа свёртки, возникающим при описании процесса инфильтрации жидкости из цилиндрического резервуара в изотропную однородную пористую среду и процесса распространения ударных волн в трубах, наполненных газом, и других. Поскольку с прикладной точки зрения особый интерес представляют неотрицательные непрерывные решения этого интегрального уравнения, решения соответствующего интегро-дифференциального уравнения разыскиваются в конусе пространства непрерывно-дифференцируемых функций. Показано, что любое решение данного интегро-дифференциального уравнения является одновременно и решением некоторого интегрального уравнения и обратно, любое решение этого интегрального уравнения является решением данного интегро-дифференциального уравнения. Получены двусторонние априорные оценки для любого решения указанного интегрального уравнения, на основе которых доказана глобальная теорема существования и единственности решения. Показано, что это решение можно найти методом последовательных приближений пикаровского типа и установлена оценка скорости их сходимости. Используя указанные результаты доказана глобальная теорема о существовании, единственности и способе нахождения*

решения интегро-дифференциального уравнения второго порядка со степенной нелинейностью и разностными ядрами. Приведены примеры, иллюстрирующие полученные результаты.
Ключевые слова: *интегро-дифференциальное уравнение, степенная нелинейность, разностное ядро, метод априорных оценок.*

NONLINEAR INTEGRO-DIFFERENTIAL SECOND-ORDER EQUATION WITH DIFFERENTIAL KERNELS

Askhabov S. N., *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Chechen State Pedagogical University, Kadyrov Chechen State University, Grozny, e-mail: askhabov@yandex.ru*

Betilgiriev M.A., *Doctor of Economics, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Grozny State Oil Technical University named after V.I. M.D. Millionshchikova, Grozny, e-mail: betilgiriev@mail.ru*

Taramova Kh. S., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: thedi@yandex.ru*

Annotation. *The article studies a second-order nonlinear integro-differential equation with difference kernels. A connection is established between this equation and a nonlinear integral equation of the convolution type arising in the description of the process of infiltration of a liquid from a cylindrical reservoir into an isotropic homogeneous porous medium and the process of propagation of shock waves in pipes filled with gas, and others. Since from the applied point of view, nonnegative continuous solutions of this integral equation are of particular interest, solutions of the corresponding integro-differential equation are sought in the cone of the space of continuously differentiable functions. It is shown that any solution to a given integro-differential equation is simultaneously a solution to some integral equation and vice versa, any solution to this integral equation is a solution to this integro-differential equation. Two-sided a priori estimates are obtained for any solution of this integral equation, on the basis of which a global theorem on the existence and uniqueness of a solution is proved. It is shown that this solution can be found by the method of successive approximations of the Picard type, and an estimate of the rate of their convergence is established. Using these results, a global theorem on existence, uniqueness and a method for finding a solution to a second-order integro-differential equation with power nonlinearity and difference kernels is proved. Examples are given to illustrate the results obtained.*
Keywords: *integro-differential equation, power nonlinearity, difference kernel, method of a priori estimates.*

В данной работе изучается нелинейное интегро-дифференциальное уравнение второго порядка

$$u^\alpha(x) = \int_0^x h(x-t)u'(t)dt + \int_0^x k(x-t)u''(t)dt, \;\; x > 0, \;\; \alpha > 1. \qquad (1)$$

Это уравнение тесно связано, как будет показано далее, с нелинейным интегральным уравнением типа свёртки

$$u^\alpha(x) = \int_0^x K(x-t)u(t)dt, \;\; x > 0, \;\; \alpha > 1, \qquad (2)$$

где

$$K(x) = h'(x) + k''(x). \qquad (3)$$

Уравнение вида (2) возникает при описании процесса инфильтрации жидкости из цилиндрического резервуара в изотропную однородную пористую среду [1] и процесса распространения ударных волн в трубах, наполненных газом [2], и других [3], [4]. При этом особый интерес представляют неотрицательные непрерывные положительные при $x > 0$ решения уравнения (2). Очевидно, что уравнения (1) и (2) имеют тривиальное решение $u(x) \equiv 0$ и любое другое (нетривиальное) решение этих уравнений удовлетворяет условию $u(0) = 0$. Поэтому решения интегро-дифференциального уравнения (1) будем разыскивать в конусе

$$Q_0^1 = \{u(x):\; u(x) \in C[0,\infty) \cap C^2(0,\infty),\;\; u(0) = u'(0) = 0 \;\text{ и }\; u(x) > 0 \;\text{ при }\; x > 0\},$$

а решения интегрального уравнения (2) будем разыскивать в конусе

$$Q_0 = \{u(x):\; u(x) \in C[0,\infty),\;\; u(0) = 0 \;\text{ и }\; u(x) > 0 \;\text{ при }\; x > 0\}.$$

На ядра $h(x)$ и $k(x)$ интегро-дифференциального уравнения (1) накладываются условия:

$$h \in C^2[0,\infty),\;\; h''(x) \text{ не убывает на } [0,\infty),\;\; h(0) = h'(0) = 0 \;\text{ и }\; h''(0) \geq 0, \qquad (4)$$

$$k \in C^3[0,\infty), k'''(x) \text{ не убывает на } [0,\infty),\;\; k(0) = k'(0) = k''(0) = 0 \;\text{ и }\; k'''(0) > 0. \qquad (5)$$

Тогда, в силу равенства (3), ядро $K(x)$ интегрального уравнения (2) удовлетворяет условию:

$$K(x) \in C^1[0,\infty),\;\; K'(x) \text{ не убывает на } [0,\infty),\;\; K(0) = 0 \;\text{ и }\; K'(0) > 0. \qquad (6)$$

Исследование уравнения (2) будет основано на методе априорных оценок. При этом основную роль будет играть следующая лемма.

Лемма 1. *Если $u(x) \in Q_0$ является решением уравнения (2), то $u(x)$ не убывает на $[0,\infty)$ и для любого $x \geq 0$ выполняются неравенства*

$$F(x) \equiv c(\alpha) \cdot x^{2/(\alpha-1)} \leq u(x) \leq \left(\frac{\alpha-1}{\alpha} \int_0^x K(t)dt \right)^{1/(\alpha-1)} \equiv G(x), \qquad (7)$$

где

$$c(\alpha) = \left(\frac{K'(0) \cdot (\alpha - 1)^2}{2\alpha \cdot (\alpha + 1)}\right)^{1/(\alpha-1)}.$$

Доказательство. Пусть $u(x) \in Q_0$ есть решение уравнения (2). Из условия (6) следует, что $K'(x) \geq K'(0) > 0$ для любого $x \in [0, \infty)$. Значит, ядро $K(x)$ возрастает на $[0, \infty)$. Но тогда, по лемме 17.2 [4], решение $u(x)$ не убывает на $[0, \infty)$.

Далее, дифференцируя обе части тождества (2), с учетом, что $K(0) = 0$, имеем:

$$\alpha u^{\alpha-1}(x)u'(x) = \int_0^x K'(x-t)u(t)dt + K(0)u(x) = \int_0^x K'(x-t)u(t)dt \equiv (K' * u)(x), \quad (8)$$

откуда

$$u'(x) = \frac{1}{\alpha} \cdot u^{1-\alpha}(x) \cdot (K' * u)(x).$$

Следовательно, $u'(x)$ непрерывна при $x > 0$ и $u''(x)$ существует как производная произведения двух дифференцируемых функций.

Докажем оценку $F(x) \leq u(x)$. Дифференцируя дважды тождество (2), с учетом равенства (8) и условия (6), получим:

$$\left(u^\alpha(x)\right)'' = (K'' * u)(x) + K'(0)u(x) \geq K'(0)u(x).$$

Введем новую функцию $v(x)$, обозначив $u^\alpha(x) = v(x)$. В результате получим нелинейное дифференциальное неравенство второго порядка $v'' \geq K'(0)v^{1/\alpha}$, не содержащее явно независимую переменную x. Делая в этом неравенстве замену $v' = p,\ p = p(v)$ (а тогда $v'' = p \cdot p'$), имеем $p \cdot p' \geq K'(0)v^{1/\alpha}$. Так как, по условию, $v(x) \equiv \left(K * v^{1/\alpha}\right)(x)$, то, в силу равенства (8), $v'(x) \equiv \left(K' * v^{1/\alpha}\right)(x)$. Следовательно, $v(0) = v'(0) = 0$ и $v'(x) \geq 0$. Поэтому записывая предыдущее неравенство в виде $pdp \geq K'(0)v^{1/\alpha}dv$ или, что то же самое, в виде $v'(x)dv'(x) \geq K'(0)v^{\frac{1}{\alpha}}(x)dv(x)$ и интегрируя в пределах от 0 до x, получим

$$\frac{[v'(x)]^2}{2} \geq \frac{K'(0) \cdot \alpha}{\alpha + 1}[v(x)]^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} \text{ или } v'(x) \geq \sqrt{\frac{2K'(0) \cdot \alpha}{\alpha + 1}} \cdot [v(x)]^{(\alpha+1)/(2\alpha)}.$$

Разделяя переменные и еще раз интегрируя в пределах от 0 до x, имеем

$$\frac{2\alpha}{\alpha - 1} \cdot [v(x)]^{(\alpha-1)/(2\alpha)} \geq \sqrt{\frac{2K'(0) \cdot \alpha}{\alpha + 1}} \cdot x$$

или

$$[v(x)]^{1/\alpha} \geq \left[\left(\frac{\alpha-1}{2\alpha}\right)^2 \cdot \frac{2K'(0)\cdot\alpha}{\alpha+1} \cdot x^2\right]^{1/(\alpha-1)} \equiv F(x).$$

Вспоминая, что $u^{\alpha}(x) = v(x)$, из последнего неравенства получаем доказываемую оценку снизу: $u(x) \geq F(x)$.

Осталось доказать оценку сверху, т.е., что $u(x) \leq G(x)$. Так как $K(x)$ и $u(x)$ неубывающие функции, то применяя неравенство Чебышева (17.6) [4], из тождества (2) имеем:

$$u(x) \leq \left(\int_0^x K(t)u(t)dt\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad \text{для любого } x > 0. \tag{9}$$

Значит,

$$K(x)u(x)\left(\int_0^x K(t)u(t)dt\right)^{-\frac{1}{\alpha}} \leq K(x).$$

Отсюда, после интегрирования, будем иметь:

$$\left(\int_0^x K(t)u(t)dt\right)^{\frac{1}{\alpha}} \leq \left(\frac{\alpha-1}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha-1}}\left(\int_0^x K(t)dt\right)^{\frac{1}{\alpha-1}} \equiv G(x). \tag{10}$$

Используя оценку (10), из неравенства (9) получим: $u(x) \leq G(x)$ - что и требовалось.

Пример 1. *Функция*

$$u^*(x) = \left(\frac{(\alpha-1)^2}{2\alpha\cdot(\alpha+1)}\right)^{1/(\alpha-1)} x^{2/(\alpha-1)}$$

является решением уравнения (2) при $K(x) = x$.

Пример 1 показывает, что $F(x) \equiv u^*(x)$ при $K(x) = x$, т.е. априорная оценка снизу решения уравнения (2) неулучшаема.

Из леммы 1 вытекает, что решения уравнения (2) естественно искать в классе

$$P = \{u(x)\colon\ u(x) \in C[0,\infty) \ \text{ и } \ F(x) \leq u(x) \leq G(x)\}.$$

Введем в рассмотрение оператор T:

$$(Tu)(x) = \left(\int_0^x K(x-t)u(t)dt\right)^{1/\alpha}, \quad x > 0.$$

Лемма 2. *Оператор T переводит класс P в себя.*

Доказательство. Пусть $u(x) \in P$ - произвольная функция. Нужно доказать, что тогда и $(Tu)(x) \in P$. В силу теоремы 17.9 [4] свертка $(K * u)(x)$ есть функция, непрерывная на $[0,\infty)$ и, значит, $(Tu)(x) \in C[0,\infty)$. Осталось доказать, что $F(x) \leq (Tu)(x) \leq G(x)$. Поскольку $u(x) \geq F(x)$ и, по условию (6), $K'(x) \geq K'(0) > 0$, то

$$[(Tu)(x)]^\alpha \ge \int_0^x K(x-t)c(\alpha)t^{\frac{2}{\alpha-1}}dt = c(\alpha)\frac{\alpha-1}{\alpha+1}\int_0^x K(x-t)dt^{(\alpha+1)/(\alpha-1)} =$$

(интегрируем по частям и учитываем, что $K(0) = 0$)

$$= c(\alpha)\frac{\alpha-1}{\alpha+1}\int_0^x K'(x-t)t^{\frac{\alpha+1}{\alpha-1}}dt$$

$$\ge c(\alpha)\frac{\alpha-1}{\alpha+1}K'(0)\int_0^x t^{(\alpha+1)/(\alpha-1)}dt \equiv [F(x)]^\alpha,$$

то есть $(Tu)(x) \ge F(x)$.

С другой стороны, так как $u(x) \le G(x)$, то с учетом условия (6) и интегрального неравенства Чебышева (17.6) [4], где роль функции $u(x)$ играет уже функция $G(x)$, которая, очевидно, также является неубывающей, имеем (см. доказательство теоремы 17.12 [4]):

$$[(Tu)(x)]^\alpha \le \int_0^x K(t)G(t) \equiv [G(x)]^\alpha, \quad \text{т.е.} \quad (Tu)(x) \le G(x).$$

Лемма 2 доказана.

Рассмотрим теперь класс

$$P_b = \{u(x)\colon\ u(x) \in C[0,b] \ \text{ и } \ F(x) \le u(x) \le G(x)\}, \ \text{ где } \ b > 0 - \text{любое число}$$

и введем в нем метрику ρ_b, положив $\forall u(x), v(x) \in P_b$:

$$\rho_b(u,v) = \sup_{0<x\le b}\frac{|u(x)-v(x)|}{x^{2/(\alpha-1)}e^{\beta x}}, \ \text{ где } \ \beta > 0 - \text{любое число}.$$

Нетрудно проверить, что пара (P_b, ρ_b) образует полное метрическое пространство.

Выберем число $\mu \in (0, b)$ так, чтобы выполнялось условие

$$K'(\mu) < \alpha \cdot K'(0) \tag{11}$$

$$\beta = \frac{1}{K'(0)}\sup_{\mu\le x\le b}\frac{K'(x)-K'(0)}{x}. \tag{12}$$

Тогда, по лемме 18.5 [4], получим, что выполняется неравенство:

$$K(x)e^{-\beta x} \le xK'(\mu). \tag{13}$$

Теорема 1. Если ядро $K(x)$ удовлетворяет условию (6), то уравнение (2) имеет в конусе Q_0 (и в P_b при любом $b > 0$) единственное решение $u^*(x)$. Это решение может быть найдено методом последовательных приближений по формуле $u_n = Tu_{n-1}$, $n \in \mathbb{N}$, которые сходятся к нему по метрике ρ_b при любом $b < \infty$, причем справедлива оценка скорости их сходимости:

$$\rho_b(u_n, u^*) \le \frac{\gamma^n}{1-\gamma}\rho_b(Tu_0, u_0), \tag{14}$$

где $\gamma = K'(\mu)/[\alpha K'(0)] < 1$, а $u_0(x)$ есть любая функция из P_b.

Доказательство. Запишем уравнение (2) в операторном виде: $u = Tu$. Покажем сначала, что оператор T, действующий, согласно лемме 2, из P_b в P_b, является сжимающим.

Пусть $u(x), v(x) \in P_b$ - произвольные функции. Очевидно, что

$$|u(x) - v(x)| \le x^{\frac{2}{\alpha-1}} e^{\beta x} \rho_b(u, v).$$

Поэтому, используя неравенство (13), имеем

$$\left| \int_0^x K(x-t)[u(t) - v(t)]dt \right| \le \rho_b(u, v) \int_0^x K(x-t) e^{-\beta(x-t)} e^{\beta x} t^{2/(\alpha-1)} dt \le$$

$$\le e^{\beta x} K'(\mu) \rho_b(u, v) \int_0^x (x-t) t^{\frac{2}{\alpha-1}} dt = \frac{(\alpha-1)^2 K'(\mu)}{2\alpha(\alpha+1)} e^{\beta x} \rho_b(u, v) x^{2\alpha/(\alpha-1)}.$$

Далее, применяя теорему Лагранжа (формулу конечных приращений), с учетом последней оценки (так же как и при доказательстве теоремы 17.14 [4]), имеем

$$|(Tu)(x) - (Tv)(x)| \le \frac{1}{\alpha} \frac{\left| \int_0^x [u(t) - v(t)]dt \right|}{[F(x)]^{\alpha-1}} \le \frac{K'(\mu)}{\alpha K'(0)} e^{\beta x} x^{\frac{2}{\alpha-1}} \rho_b(u, v),$$

откуда

$$\rho_b(Tu, Tv) \le \frac{K'(\mu)}{\alpha K'(0)} \cdot \rho_b(u, v), \tag{15}$$

т.е. оператор T в силу условия (11), является сжимающим. Значит, на основании принципа сжимающих отображений, уравнение $u = Tu$ имеет единственное решение $u^*(x) \in P_b$, которое можно найти по формуле $u_n = Tu_{n-1}$, $n \in \mathbb{N}$, причем справедлива оценка (14).

Осталось показать, что уравнение (2) имеет единственное решение в конусе Q_0. Положим $P_\infty = \bigcup_{b>0} P_b$. Так как уравнение (2) имеет единственное решение в P_b при любом

$b > 0$ и коэффициент сжатия в (15) не зависит от b, то уравнение (2) имеет единственное решение $u^*(x)$ в P_∞. Поскольку всякое решение уравнения (2) из Q_0 удовлетворяет априорным оценкам (7), то это решение будет единственным и в Q_0.

Теорема 1 доказана.

Следующая лемма устанавливает связь между интегро-дифференциальным уравнением (1) и интегральным уравнением (2).

Лемма 3. *Пусть выполнены условия (4) и (5). Тогда любое решение уравнения (1) в конусе Q_0^2 является решением интегрального уравнения (2) в конусе Q_0. Обратно, если выполнены условия (4), (5) и дополнительное условие*

$$\lim_{x \to 0} \frac{\int_0^x K'(x-t) \left[\int_0^t K(s) ds \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} dt}{\left[\int_0^x K(x-t) \cdot t^{\frac{2}{\alpha-1}} dt \right]^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}} = 0, \tag{16}$$

то любое решение интегрального уравнения (2) в конусе Q_0 является решением интегро-дифференциального уравнения (1) в конусе Q_0^2.

Доказательство. Докажем сначала первую часть леммы. Пусть $u(x) \in Q_0^2$ и является решением уравнения (1). Тогда, дважды применяя формулу интегрирования по частям, из тождества (1), с учетом условий (4) и (5), получаем:

$$u^\alpha(x) = \int_0^x h(x-t)du(t) + \int_0^x k(x-t)du'(t) = \int_0^x u(t)h'(x-t)dt$$

$$+ \int_0^x u'(t)k'(x-t)dt =$$

$$= \int_0^x h'(x-t)u(t)dt + \int_0^x u(t)k''(x-t)dt = \int_0^x K(x-t)u(t)dt,$$

т.е. $u(x) \in Q_0$ и является решением интегрального уравнения (2).

Докажем теперь вторую часть леммы. Пусть $u(x) \in Q_0$ и является решением интегрального уравнения (2). Тогда, как было установлено при доказательстве леммы 1, $u(x)$ не убывает на $[0,\infty)$, дважды непрерывно дифференцируема на $(0,\infty)$, т.е. $u(x) \in C^2(0,\infty)$, и удовлетворяет неравенствам $F(x) \le u(x) \le F(x)$. Докажем, что $u'(0) = 0$. Из тождества (2), с учетом условия (6), имеем

$$\alpha u^{\alpha-1}(x)u'(x) = \int_0^x K'(x-t)u(t)dt + K(0)u(x) = \int_0^x K'(x-t)u(t)dt,$$

откуда

$$u'(x) = \frac{\int_0^x K'(x-t)u(t)dt}{\alpha \cdot [u^\alpha(x)]^{(\alpha-1)/\alpha}} = \frac{\int_0^x K'(x-t)u(t)dt}{\alpha \cdot \left[\int_0^x K(x-t)u(t)dt\right]^{(\alpha-1)/\alpha}}$$

$$\ge 0. \qquad (17)$$

Используя априорные оценки (7), из (17) получаем:

$$0 \le u'(x) \le \frac{\int_0^x K'(x-t)G(t)dt}{\alpha \cdot \left[\int_0^x K(x-t)F(t)dt\right]^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}}$$

$$= \frac{\int_0^x K'(x-t)\left[\frac{\alpha-1}{\alpha} \cdot \int_0^t K(s)ds\right]^{\frac{1}{\alpha-1}} dt}{\alpha \cdot \left[\int_0^x K(x-t)c(\alpha)t^{\frac{2}{\alpha-1}}dt\right]^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}} =$$

$$= \left[\frac{\alpha-1}{\alpha}\right]^{1/(\alpha-1)} \frac{1}{\alpha \cdot [c(\alpha)]^{(\alpha-1)/\alpha}} \cdot \frac{\int_0^x K'(x-t)\left[\int_0^t K(s)ds\right]^{\frac{1}{\alpha-1}} dt}{\left[\int_0^x K(x-t) \cdot t^{\frac{2}{\alpha-1}}dt\right]^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}} \to 0 \quad \text{при } x$$

$$\to 0,$$

в силу условия (16). Значит, $u'(0)=0$.

Таким образом, $u(x)\in C^2[0,\infty)$, $u(0)=u'(0)=0$ и $u(x)>0$ при $x>0$, т.е. $u(x)\in Q_0^2$. Осталось доказать, что $u(x)$ является решением интегро-дифференциального уравнения (1). Используя равенство (3), свойство коммутативности свертки и дважды применяя формулу интегрирования по частям, с учетом условий (4) и (5), из тождества (2) получаем:

$$u^\alpha(x)=\int_0^x[h'(t)+k''(t)]u(x-t)dt$$

$$=\int_0^x u(x-t)dh(t)+\int_0^x u(x-t)dk'(t)=$$

$$=\int_0^x h(t)u'(x-t)dt$$

$$+\int_0^x k'(t)u'(x-t)dt=\int_0^x h(x-t)u'(t)dt+\int_0^x u'(x-t)dk(t)=$$

$$=\int_0^x h(x-t)u'(t)dt+\int_0^x k(t)u''(x-t)dt=\int_0^x h(x-t)u'^{(t)}dt$$

$$+\int_0^x k(x-t)u''(t)dt,$$

т.е. $u(x)$ является решением интегро-дифференциального уравнения (1).

Лемма 3 доказана.

Из леммы 3 вытекает, что при выполнении условий (4), (5) и (16) интегро-дифференциальное уравнение (1) и интегральное уравнение (2) одновременно разрешимы или нет, при этом они имеют одни и те же решения. Поэтому, на основании теоремы 1, справедлива следующая основная теорема.

Теорема 2. *Если выполнены условия (4), (5) и (16), то интегро-дифференциальное уравнение (1) имеет единственное решение в классе Q_0^2 (и в пространстве P_b при любом $b>0$). Это решение может быть найдено в пространстве P_b методом последовательных приближений пикаровского типа по формуле $u_n=Tu_{n-1}$, $n\in\mathbb{N}$, которые сходятся к нему по метрике ρ_b при любом $b<\infty$, причем справедлива оценка (14) скорости их сходимости.*

Пример 2. *При $\alpha=2$, $h(x)=x^2$ и $k(x)=x^3$ уравнение (1) имеет в конусе Q_0^2 единственное решение $u(x)=\frac{2}{3}x^2$. При этом функция $K(x)=2x+3x^2$ удовлетворяет условию (16).*

Следуя монографии [4, с. 211] можно доказать, что при $0<\alpha<1$, как и в случае соответствующих линейных уравнений, получающихся при $\alpha=1$, уравнения (1) и (2) имеют лишь тривиальное решение в конусе пространства непрерывных функций $C[0,\infty)$, состоящем из неотрицательных непрерывных на полуоси $[0,\infty)$ функций.

Таким образом, из полученных в данной статье результатов вытекает, что нелинейные однородные интегральные и интегро-дифференциальные уравнения вида (1) и (2) кроме тривиального решения $u(x) \equiv 0$ имеют и нетривиальное решение $u(x) \neq 0$ строго положительное при $x > 0$. В этом состоит принципиальное отличие теории таких нелинейных уравнений от хорошо разработанной к настоящему времени теории соответствующих линейных однородных интегральных и интегро-дифференциальных уравнений, которые имеют лишь тривиальное решение $u(x) \equiv 0$. Кроме того, теория нелинейных уравнений отличается от теории соответствующих линейных уравнений не только по характеру получаемых результатов, но и по методам исследования, которые зависят как от выбора пространства, так и от свойств нелинейностей.

В заключение отметим, что следуя работам [5]-[7] аналогично можно исследовать интегро-дифференциальные уравнения вида (1) с переменными коэффициентами и неоднородностями в линейной части.

Данная работа выполнена в рамках государственного задания по проекту "Нелинейные сингулярные интегро-дифференциальные уравнения и краевые задачи" (Соглашение № 075-03-2021-071 от 29.12.2020).

Список литературы

1. Okrasinski, W. On a non-linear convolution equation occurring in the theory of water percolation/W. Okrasinski. – Annal. Polon. Math. 1980. V. 37. № 3. P. 223–229.

2. Keller, J.J. Propagation of simple non-linear waves in gas filled tubes with friction/ J.J. Keller // Z. Angew. Math. Phys. 1981. Vol. 32, №2. – P. 170 – 181.

3. Brunner, H. Volterra integral equations: an introduction to the theory and applications. /H. Brunner. –Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2017. 387 p.

4. Асхабов, С.Н. Нелинейные уравнения типа свертки / С.Н. Асхабов. – М.: Физматлит, 2009. 304 с.

5. Асхабов, С.Н. Интегро-дифференциальное уравнение типа свёртки со степенной нелинейностью и неоднородностью в линейной части/ С.Н. Асхабов // Дифференц. уравнения. – 2020. Т. 56. № 6. – С. 786 – 795.

6. Асхабов, С.Н. Интегро-дифференциальное уравнение типа свертки со степенной нелинейностью и переменным коэффициентом / С.Н. Асхабов // Дифференц. уравнения. –2021. Т. 57, №3. – С. 387 – 398.

7. Askhabov, S.N. Nonlinear convolution integro-differential equation with variable coefficient. / S.N. Askhabov // Fractional Calculus and Applied Analysis. – 2021. Vol. 24, №3. – P. 848 – 864.

УДК 77.01.21

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОМЕРЗАНИЯ ОДНОМЕРНЫМ УРАВНЕНИЕМ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПРОИЗВОДНЫМИ ДРОБНОГО ПОРЯДКА ПО ВРЕМЕНИ

***Бейбалаев В.Д.**, кандидат физико-математических наук, доцент,*
Дагестанский государственный университет, г. Махачкала
Дагестанский государственный университет народного хозяйства,
г. Махачкала, e-mail: kaspij_03@mail.ru

***Аливердиев А.А.**, доктор физико-математических наук, профессор,*
Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики филиал
ОИВТ РАН, г. Махачкала, e-mail: dunaev-1954@mail.ru

***Якубов А.З.,** кандидат физико-математических наук, доцент,*
Дагестанский государственный университет, г. Махачкала,
e-mail: yakubovaz@mail.ru

***Аннотация.** В статье получено численное решение обобщенной задачи Стефана с дробной производной по времени. Построены графики численного решения при различных значениях параметра дробной производной. Оценены функциональные зависимости движения межфазной границы для обобщенного условия Стефана в зависимости от значения дробного параметра α. Установлено, что переход к дробным производным позволяет описать замедление процесса промерзания грунта относительно классического решения.*

***Ключевые слова:** задача Стефана, дробная производная, разностная схема, устойчивость, межфазовая граница.*

INVESTIGATION OF FREEZING PROCESSES BY A ONE-DIMENSIONAL HEAT CONDUCTION EQUATION WITH A FRACTIONAL TIME DERIVATIVE

***Beybalaev V.D.,** Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Associate Professor, Dagestan State University, Makhachkala
Dagestan State University of National Economy, Makhachkala,
e-mail: kaspij_03@mail.ru

***Aliverdiev AA**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,*
Institute of Geothermal and Renewable Energy Problems, branch of Joint
Institute for High Temperatures RAS, Makhachkala,
e-mail: dunaev-1954@mail.ru

***Yakubov A.Z.**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Associate Professor, Dagestan State University, Makhachkala,
e-mail: yakubovaz@mail.ru

Annotation. *The article provides 44a numerical solution to the generalized Stefan problem with a fractional time derivative. The graphs of the numerical solution are plotted for various values of the fractional derivative parameter. The functional dependences of the motion of the interface for the generalized Stefan condition are estimated depending on the value of the fractional parameter α. It has been found that the transition to fractional derivatives makes it possible to describe the deceleration of the soil freezing process relative to the classical solution.*
Keywords: *Stefan problem, fractional derivative, difference scheme, stability, phase boundary.*

Введение

Задача Стефана описывает явления тепломассопереноса в средах с фазовым переходом, сопровождающимся выделением или поглощением тепла. Большой прикладной интерес представляет обобщение задачи Стефана для сред, в которых не выполняется принцип локального равновесия, что приводит к необходимости учета особенностей теплопереноса на межфазной границе с учетом нелокальных эффектов по времени (эффект памяти) [1, 2, 3] и по пространству (эффект пространственных корреляций) [2, 3]. Одно из направлений обобщения неравновесной термодинамики связано с развитием концепции фрактала. Процессы переноса тепла в этом случае могут быть описаны на основе дифференциальных уравнений в производных дробного порядка [2].

Цель исследования: Разработка численного метода решения обобщенной задачи Стефана и проведение сравнительного анализа пространственно-временных полей, получающихся при варьировании дробного параметра α для производной по времени (производная Капуто).

Математическая постановка задачи

В работе исследуем процесс промерзания влажной среды, которая имеет пористую структуру и находится с некоторой постоянной температурой T_0 в талом состоянии. Предполагается, что в некоторый начальный момент времени на границе среды устанавливалась температура T_c, которая ниже температуры замерзания T_3. В результате этого, с некоторой переменной толщиной $\xi = f(t)$ образуется промерзший слой. Нижняя подвижная граница имеет всегда температуру замерзания T_3, а на границе происходит фазовый переход, на что требуется теплота фазового перехода Q_f. При этом верхняя граница талой зоны имеет постоянную температуру замерзания, а нижняя температуру грунта на большой глубине.

В качестве математической модели процесса промерзания во фрактальных структурах рассмотрим следующую задачу:

$$\partial_{0t}^{\alpha} T_1(x,t) = D_1 \frac{\partial^2 T_1(x,t)}{\partial x^2},\ 0 < x < \xi(t), t > 0\,, \tag{1}$$

$$\partial_{0t}^{\alpha} T_2(x,t) = D_2 \frac{\partial^2 T_2(x,t)}{\partial x^2},\ \xi(t) < x < L, t > 0\,,$$

$$T(x,0)=T_0,$$

$$T(0,t)=T_C,\ \frac{\partial T(L,t)}{\partial x}=0, t>0,$$

$$T(0,t)=T_C,\ \frac{\partial T(L,t)}{\partial x}=0, t>0,$$

$$x=\xi(t):\begin{cases} T_1=T_2=T_з, \\ \lambda_1\frac{\partial T_1}{\partial x}-\lambda_2\frac{\partial T_2}{\partial x}=Q_f\partial_{0t}^{\alpha}\xi(t), \end{cases} \qquad (2)$$

где $0<\alpha\le 1$, $T_C<T_3<T_0$, $\partial_{0t}^{\alpha}T(x,t)=\frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\int\limits_0^t\frac{T_s^{/}(t,s)}{(t-s)^{\alpha}}ds$ – частная дробная производная Caputo[4].

Задача (1), (2) решена численным методом. Для решения задачи (1), (2) методом сеток вводим равномерную сетку по пространственной переменной

$$x_m=mh, m=0,1,....,M, h=\frac{L}{N},$$

и неравномерную сетку по времени

$$t_{n+1}=t_n+\tau_{n+1}, n=0,1,....,N-1, t_0=0, t_N=t_{кон.}, \tau_{n+1}>0.$$

Построена разностная схема.

$$\frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\cdot\tau_n}\sum_{k=0}^{n}\left(T_{1,m}^{k+1}-T_{1,m}^{k}\right)\left(t_{n-k+1}^{1-\alpha}-t_{n-k}^{1-\alpha}\right)= =\frac{D_1}{h^2}\left(T_{1,m+1}^{n+1}-2T_{1,m}^{n+1}+T_{1,m-1}^{n+1}\right), \qquad (3)$$

$$m=1,2,...,m^*-1, T_1\big|_{m=1}=T_C, T_1\big|_{m=m^*}=T_з,$$

где $m=m^*$ - граница фазового перехода.

$$\frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\cdot\tau_n}\sum_{k=0}^{n}\left(T_{2,m}^{k+1}-T_{2,m}^{k}\right)\left(t_{n-k+1}^{1-\alpha}-t_{n-k}^{1-\alpha}\right)= =\frac{D_2}{h^2}\left(T_{2,m+1}^{n+1}-2T_{2,m}^{n+1}+T_{2,m-1}^{n+1}\right), \qquad (4)$$

$$m=m^*+1,...,M-1, T_2\big|_{m=m^*}=T_з, \frac{\partial T_2}{\partial x}\big|_{m=M}=0.$$

Проведем дискретизацию граничного условия в случае $x=\xi(t)$

$$\lambda_1\frac{T_{1,m^*}-T_{1,m^*-1}}{h}-\lambda_2\frac{T_{2,m^*+1}-T_{2,m^*}}{h}=Q_f\frac{h\cdot t_n^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\cdot\tau_{n+1}},$$

т.е.

$$\lambda_1\frac{T_з-T_{1,m^*-1}}{h}-\lambda_2\frac{T_{2,m^*+1}-T_з}{h}=Q_f\frac{h\cdot t_n^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\cdot\tau_{n+1}}.$$

Таким образом,

$$\tau_{n+1}=\frac{Q_f h^2\cdot t_n^{1-\alpha}}{(\lambda_1(T_з-T_{m^*-1})-\lambda_2(T_{2,m^*+1}-T_з))\cdot\Gamma(2-\alpha)}. \qquad (5)$$

Шаг по времени зависит от температуры. Поэтому поле температуры можно определить методом простой итерации.

Результаты исследования и их обсуждение. На рис. 1 приведены графики численного решения задачи при различных значениях параметра α и в произвольно выбранный момент времени t = 130 000 сек. Как видно из рисунка 1, в точке замерзания (0 С) температурная зависимость претерпевает излом, причем с уменьшением показателя дробной производной точка замерзания лежит ближе к поверхности.

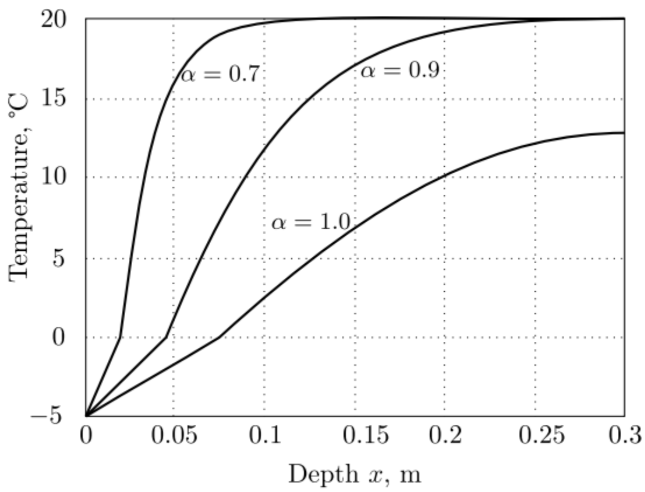


Рис. 1. Графики численного решения задачи (1), (2) при различных значениях параметра α в момент времени $t = 130\ 000$ сек.

На рис. 2 и 3 приведены графики зависимости температуры от времени на глубинах 0.0015 м и 0.075 м при различных значениях параметра дробной производной. Как видно из рисунков, промерзание на глубине 0.0015 м происходит практически сразу, в то же время на глубине 0.075 м при любом значении α температура достаточно долго держится выше точки замерзания. В обоих случаях даже незначительное уменьшение α приводит к существенному замедлению скорости охлаждения, что характерно для сред с фрактальной структурой [2]. В таблице приведены моменты времени, соответствующие фазовым переходам, для различных координат при значениях параметра $\alpha = 1$ и $\alpha = 0.9$. Данные для $\alpha = 1$ и $\alpha = 0.9$ соответствуют функциональной зависимости $\xi(t) \approx 0.00015 \cdot t^{1/2}$ и $\xi(t) \approx 0.0002 \cdot t^{0.45}$ соответственно. Таким образом, фазовую границу можно задать функциональной зависимостью $\xi(t) \approx \sigma(\alpha) \cdot t^{\alpha/2}$, где $0 < \alpha \le 1$.

	x, м	0.0015	0.0030	0.0045	0.0060
$\alpha = 1$	t, с	93	296	606	1023
$\alpha = 0.9$	t, с	154	545	1190	2105

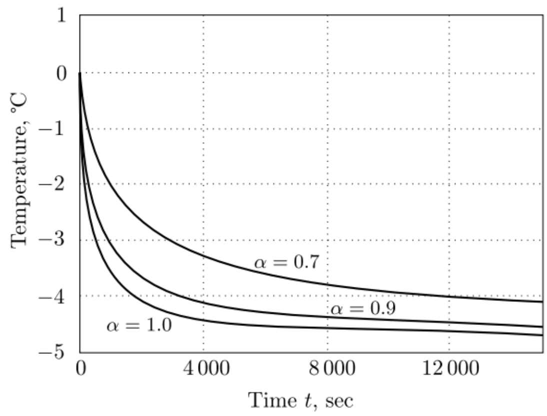


Рис. 2. Графики зависимости температуры от времени на глубине 0.0015 м в различные моменты времени и при различных значениях параметра α ***и*** $T_c = -5^0 C$.

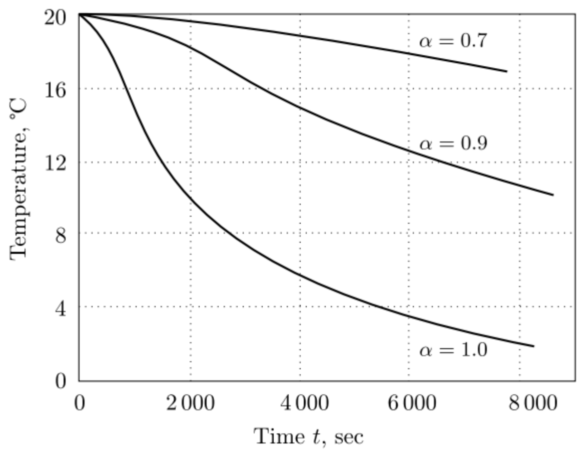


Рис. 3. Графики зависимости температуры от времени на глубине 0.075 м при различных значениях параметра α ***и*** $T_c = -5^0 C$.

Для скорости движения межфазной границы, согласно обобщенному условию Стефана, имеем следующее выражение:

$$V_\Gamma = \partial_{0t}^{\alpha}\xi(t) = \frac{\sigma}{\Gamma(1-\alpha)}\int_0^t \frac{\xi'(s)}{(t-s)^{\alpha}}ds = \frac{\sigma(\alpha)\cdot\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}+1\right)}{\Gamma\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}\cdot t^{-\frac{\alpha}{2}}.$$

Таким образом, скорость движения фазовой границы является функцией зависящей от времени и параметра производной дробного порядка. Фазовая скорость $V_\Gamma \to 0$ при $t \to \infty$.

Выводы. В работе на основе классической модели Стефана построена математическая модель процессов промерзания с учетом особенностей теплопереноса на межфазовой границе, учитывающая эффекты памяти и фрактальность среды. Разработан алгоритм и создана программа численного решения задачи Стефана с оператором дробного дифференцирования. Оценены функциональные зависимости движения межфазной границы для обобщенного условия Стефана в зависимости от значения дробного параметра α. Установлено, что переход к дробным производным позволяет описать замедление процесса промерзания грунта относительно классического решения.

Работа частично поддержана грантом РФФИ, проект № 20-08-00319а.

Список литературы

1. Алхасов, А.Б. Уравнение теплопроводности в производных дробного порядка/ Алхасов А.Б., Мейланов Р.П., Шабанова М.Р.// ИФЖ. – 2011. – Т.84. –№2. – С. 309–317.

2. Мейланов, Р.П. Прикладные аспекты дробного исчисления/ Р.П. Мейланов, В. Д. Бейбалаев, М.Р. Шахбанова. – Palmarium Academic Publishing.- 2012.-135 с.

3. Liu Junyi, XuMingyu. Some exact solutions to Stefan problems with fractional and Applications // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 2009. V.351. – P. 536-542.

4. Нахушев, А.М. Элементы дробного исчисления и их применение/А.М. Нахушев. – Нальчик, 2000.- 299с.

УДК 517.95

ОБ ОДНОЙ НЕЛОКАЛЬНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧЕ ТИПА БИЦАДЗЕ-САМАРСКОГО ДЛЯ ГИПЕРБОЛО-ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Дзарахохов А.В. *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», Россия, г. Владикавказ*

E-mail: azambat79@mail.ru

Аннотация. *Целью предлагаемой работы является качественное исследование решения гиперболо-параболической краевой задачи типа Бицадзе-Самарского с нелокальным краевым условием, которое содержит оператор дробного в смысле Римана-Лиувилля дифференцирования. Практическая значимость исследования обусловлена тем, что подобные постановки краевых задач возникают при описании социально-экономических явлений, а также физико-химических процессов, протекающих во фрактальных средах.*

Задачей исследования является определение условий существования и единственности регулярного в рассматриваемых областях гиперболичности и параболичности решения.

Результатом исследования является доказательство единственности регулярного решения рассматриваемой нелокальной краевой задачи в областях параболичности и гиперболичности. При этом доказана справедли-

вость аналога принципа экстремума А.В.Бицадзе для решения рассматриваемой задачи в области параболичности, из которого непосредственно следует единственность регулярного решения рассматриваемой задачи.

Методом эквивалентной редукции рассматриваемая задача сведена к решению сингулярного интегрального уравнения нормального типа. Получено условие, которое для полученного сингулярного интегрального уравнения гарантирует существование регуляризатора, который приводит полученное сингулярное интегральное уравнение к интегральному уравнению Фредгольма второго рода. Безусловная разрешимость полученного интегрального уравнения Фредгольма следует из единственности регулярного решения рассматриваемой задачи.

Ключевые слова: *смешанная краевая задача типа Бицадзе-Самарского, оператор дробного порядка, интегральные уравнения, принцип экстремума, существование и единственность решения*

ON A NON-LOCAL BOUNDARY VALUE PROBLEM OF THE BITSADZE-SAMARSKY TYPE FOR A SECOND-ORDER HYPERBOLIC-PARABOLIC EQUATION

Dzarakhokhov A.V. *Federal state budgetary educational institution of higher education «Gorsky State Agrarian University», Vladikavkaz, Russia*
E-mail: azambat79@mail.ru

Annotation. *The purpose of the proposed work is a qualitative study of the solution of a hyperbolic-parabolic boundary value problem of the Bitsadze-Samarsky type with a non-local boundary condition that contains a fractional operator in the sense of Riemann-Liouville differentiation. The practical significance of the study is due to the fact that such statements of boundary value problems arise when describing socio-economic phenomena, as well as physic-chemical processes occurring in fractal media.*

The objective of the study is to determine the conditions for the existence and uniqueness of a regular solution in the considered areas of hyperbolicity and parabolicity

The result of the study is the proof of the uniqueness of the regular solution of the considered nonlocal boundary value problem in the areas of parabolicity and hyperbolicity. At the same time, the validity of the analogue of the A.V.Bitsadze extremum principle for solving the problem under consideration in the field of parabolicity is proved, from which the uniqueness of the regular solution of the problem under consideration directly follows

By the method of equivalent reduction, the problem under consideration is reduced to solving a singular integral equation of normal type. A condition is obtained that guarantees the existence of a regularizer for the obtained singular integral equation, which leads the obtained singular integral equation to the Fredholm integral equation of the second kind. The unconditional solvability of the obtained

Fredholm integral equation follows from the uniqueness of the regular solution of the problem under consideration

Keywords: *mixed boundary value problem of the Bitsadze-Samarsky type, fractional order operator, integral equations, extremum principle, existence and uniqueness of the solution*

Пусть **Ω** - конечная односвязная смешанная область плоскости независимых переменных x и y, ограниченная отрезками AA_0, BB_0, A_0B_0 прямых $x=0,\quad y=h,\quad x=1$ соответственно и характеристиками

$$AC: x-\frac{2}{2m+1}(-y)^{\frac{2m+1}{2}}=0,\quad BC: x+\frac{2}{2m+1}(-y)^{\frac{2m+1}{2}}=1$$

уравнения

$$0=\begin{cases} U_{xx}-U_y+\lambda_1 U & y>0 \\ y^{2m}U_{xx}+yU_{yy}+\lambda_2 U_y, & y<0 \end{cases} \tag{1}$$

при $y<0$.

Введем обозначения: Ω_1 - параболическая, а Ω_2 - гиперболическая части в области **Ω**; *I* – интервал $0<x<1$; $\theta_0(x)=\frac{x}{2}-i\left(\frac{(2m+1)x}{4}\right)^{\frac{2}{2m+1}}$, $\theta_1(x)=\frac{1+x}{2}-i\left((2m+1)(1-x)\right)^{\frac{2}{2m+1}}$ - аффиксы точек пересечения характеристик уравнения (1), выходящих из токи $(x,0)\in I$ с характеристиками *AC* и *BC* соответственно.

Уравнение (1) при $y<0$ заменой $s=\frac{1}{(2m+1)^2}(-y)^{2m+1}$ сводится к уравнению [1]

$$sU_{ss}-U_{xx}+\beta U_s=0, \tag{2}$$

где $\beta=\frac{2m+\lambda_2}{2m+1}$.

Если через u_β обозначим решение уравнения (2) для $\beta\neq 1$, то как известно [1],имеет место соотношение

$$U_\beta=s^{1-\beta}U_{2-\beta} \tag{3}$$

Из формулы (3) следует, что, если известно общее представление решений уравнения (2) для $\beta<1$, то по формуле (3) получаем общее представление решений и для $\beta>1$. Используя представления решений видоизмененных задач Коши для уравнения (2), соответствующих различным значениям β, а, значит решения видоизмененных задач Коши для соответствующих значений λ_2 уравнения (1), исследуется корректность постановки ряда нелокальных краевых задач для уравнения (1).

Пусть имеет место случай $\beta=\frac{1}{2}$, т.е. $\lambda_2=\frac{1-2m}{2}$.

Задача. Найти функцию $U(z)=U(x,y)$ со следующими свойствами:

1) $U(z)\in C(\overline{\Omega})\cap C^1(\Omega_1\cup I)\cap C^1(\Omega_2\cup I)$; 2)$U(z)$ - регулярное в $\Omega_1 \cup \Omega_2$ решение уравнения (1), удовлетворяющее условиям

$$U\big|_{AA_0}=\varphi_0(y),\quad U\big|_{BB_0}=\varphi_1(y),\quad 0\le y\le h \tag{4}$$

и

$$a(x)D_{0x}^{\beta}x^{2\beta-1}U\left[\theta_0(x)\right]+b(x)D_{x1}^{\beta}(1-x)^{2\beta-1}U\left[\theta_1(x)\right]=c(x),\quad \forall x\in\overline{I} \tag{5}$$

и условию сопряжения

$$\lim_{y\to 0+}U_y=\lim_{y\to 0-}(-y)^{\lambda_2}U_y,$$

где $D_{0x}^{\beta},\quad D_{x1}^{\beta}$ - операторы дробного в смысле Римана-Лиувиля дифференцирования, определяемые по формулам [3]

$$D_{0x}^{l}f(x)\equiv\begin{cases}\dfrac{1}{\Gamma(-l)}\displaystyle\int_0^x\frac{f(t)dt}{(x-t)^{1+l}}, & -1<l<0,\\[2ex] \dfrac{d}{dx}D_{0x}^{l-1}f(x), & 0<l<1,\end{cases}$$

$$D_{0x}^{l}f(x)\equiv\begin{cases}\dfrac{1}{\Gamma(-l)}\displaystyle\int_x^1\frac{f(t)dt}{(t-x)^{1+l}}, & -1<l<0,\\[2ex] -\dfrac{d}{dx}\displaystyle\int_x^1 D_{x1}^{l-1}f(x), & 0<l<1,\end{cases}$$

где $\beta=\dfrac{2m+2\lambda_2-1}{2(2m+1)}$, $a(x)$, $b(x)$, $c(x)$ - известные функции, причем $a(x),\ b(x),\ c(x)\in C^1(\overline{I})\cap C^2(I),\quad a^2(x)+b^2(x)\ne 0.$

Регулярное в области Ω_2 решение уравнения (1), удовлетворяющее условиям $U(x,0)=\tau(x)\lim\limits_{y\to 0-}(-y)^{\lambda_2}U_y=\nu(x)$, где $\tau''(x)$, $\nu'(x)$ удовлетворяют условию Гельдера, единственно и при $\dfrac{1-2m}{2}<\lambda_2<1$ имеет вид [1]

$$\begin{aligned}U(x,y)=&\frac{\Gamma(2\beta)}{\Gamma^2(\beta)}\int_0^1\tau\left[x+\frac{2(1-2t)}{2m+1}(-y)^{\frac{2m+1}{2}}\right]\left[t(1-t)\right]^{\beta-1}dt-\\&-\frac{2}{2m+2}\frac{\Gamma(1-2\beta)}{\Gamma^2(1-\beta)}(-y)^{1-\lambda_2}\int_0^1\nu\left[x+\frac{2(1-2t)}{2m+1}(-y)^{\frac{2m+1}{2}}\right]\left[t(1-t)\right]^{\beta-1}dt\end{aligned} \tag{6}$$

Из (5) при $z=\theta_0(x)$ и $z=\theta_1(x)$, после некоторых преобразований, будем иметь

$$U\left[\theta_0(x)\right]=\rho_0x^{1-2\beta}D_{0_x}^{-\beta}x^{\beta-1}\tau(x)-\rho_1D_{0x}^{-\beta}x^{-\beta}\nu(x), \tag{7}$$

$$U\left[\theta_1(x)\right]=\rho_0(1-x)^{1-2\beta}D_{x1}^{-\beta}(1-x)^{\beta-1}\tau(x)-\rho_1D_{x1}^{\beta-1}(1-x)^{-\beta}\nu(x), \tag{8}$$

где $\rho_0=\dfrac{\Gamma(2\beta)}{\Gamma(\beta)}$, $\rho_1=\dfrac{\Gamma(1-2\beta)}{2\Gamma(1-\beta)}/\left(\dfrac{2m+1}{4}\right)^{-2\beta}$.

Подставляя (7) и (8) в краевое условие (5), и произведя соответствующиепреобразования, получим

$$\rho_0 a(x) D_{0x}^{\beta} D_{0x}^{-\beta} x^{\beta-1}\tau(x) - \rho_1 a(x) D_{0x}^{\beta} x^{2\beta-1} D_{0x}^{\beta-1} x^{-\beta}\nu(x) +$$
$$+\rho_0 b(x) D_{x1}^{\beta} D_{x1}^{-\beta}(1-x)^{\beta-1}\tau(x) - \rho_1 b(x) D_{x1}^{\beta}(1-x)^{2\beta-1} D_{x1}^{\beta-1}(1-x)^{-\beta}\nu(x) = c(x) \quad (9)$$

Учитывая, что $D_{0x}^{\beta} D_{0x}^{-\beta} = D_{x1}^{\beta} D_{x1}^{-\beta} = D^0$, где D^0 - единичный оператор, будем иметь

$$\rho_0\left[(1-x)^{1-\beta} a(x) + x^{1-\beta} b(x)\right]\tau(x) - \rho_1 x^{1-\beta}(1-x)^{-1-\beta}\times$$
$$\times\left[a(x) D_{0x}^{\beta} x^{2\beta-1} D_{0x}^{\beta-1} x^{-\beta}\nu(x) + b(x) D_{x1}^{\beta}(1-x)^{2\beta-1} D_{x1}^{\beta-1}(1-x)^{-\beta}\nu(x)\right] = \quad (10)$$
$$= x^{1-\beta}(1-x)^{1-\beta} c(x).$$

Учитывая, что имеют место равенства [1]

$$D_{0x}^{\beta} x^{2\beta-1} D_{0x}^{\beta-1} x^{-\beta}\nu(x) = x^{\beta-1} D_{0x}^{2\beta-1}\nu(x),$$
$$D_{x1}^{\beta}(1-x)^{2\beta-1} D_{x1}^{\beta-1}(1-x)^{-\beta}\nu(x) = (1-x)^{\beta-1} D_{x1}^{2\beta-1}\nu(x),$$

соотношение (10) примет вид

$$\rho_0\left[(1-x)^{1-\beta} a(x) + x^{1-\beta} b(x)\right]\tau(x) =$$
$$= \rho_1\left[(1-x)^{1-\beta} a(x) D_{0x}^{2\beta-1}\nu(x) + x^{1-\beta} b(x) D_{x1}^{2\beta-1}\nu(x)\right] + x^{1-\beta}(1-x)^{1-\beta} c(x). \quad (11)$$

Положим теперь, что $\varphi_0, \ \ \varphi_1, \ \ c = 0.$

Аналог принципа экстремума А.В. Бицадзе. Пусть имеет место один из следующих двух случаев: 1) $\lambda_1 < 0, \ \ a(x) = 0, \ \ b \neq 0$; 2) $a(x) \neq 0, \ \ b(x) = 0, \ \ \lambda_1 < 0$, тогда положительный максимум и отрицательный минимум функции $U(x,y)$ в замкнутой области $\overline{\Omega_1}$ достигается лишь на $\overline{AA_0} U \overline{BB_0}$.

Действительно функция $U(x,y)$ свои экстремальные значения не может достигать в области $\Omega_1 \cup A_0 B_0$.

Пусть положительный максимум в области Ω_1 достигается в точке $(\xi, 0) \in I$. Тогда при выполнении условия 1) равенство (11) принимает вид $\tau(x) = \rho_2 D_{x1}^{2\beta-1}\nu(x)$, а при выполнении условия 2) $\tau(x) = \rho_2 D_{0x}^{2\beta-1}\nu(x), \ \ \rho_2 = const > 0$. Подействуем на обе части первого соотношения оператором $D_{x1}^{1-2\beta}$, а на второго $D_{0x}^{1-2\beta}$, в результате будем иметь

$$\rho_2\nu(x) = D_{x1}^{1-2\beta}\tau(x), \quad \rho_2\nu(x) = D_{0_x}^{1-2\beta}\tau(x). \quad (12)$$

В силу принципа экстремума для оператора $D_{ax}^{l}\left(D_{x1}^{l}\right)$ дробного дифференцирования [4], если $\tau(x)$ в точке $\xi = x$ достигает положительно максимума (отрицательно минимума), то $D_{0x}^{1-2\beta}\tau(x) > 0(<0), \ \ D_{x1}^{1-2\beta}\tau(x) > 0(<0)$ т.е. в точке максимума имеем $\nu(\xi) > 0$.

Переходя в уравнении (1) к пределу при $y \to 0+$ получим

$$\tau''(x) + \lambda_1\tau(x) = \nu(x). \quad (13)$$

Из равенства (13) замечаем, что в точке максимума (минимума) $\nu(\xi) < 0$ $(\nu(\xi) > 0)$, что невозможно. Следовательно, положительный максимум и отрицательный минимум функции $U(x,y)$ в $\overline{\Omega_1}$ достигается лишь на $\overline{AA_0} U \overline{BB_0}$. Отсюда сразу следует единственность решения задачи.

Докажем существование решения задачи.

Функциональное соотношение между *τ(x)* и *ν(x)*, принесенное из области Ω_1 налинию *y=0*, имеет вид

$$\tau(x)=\int_0^1 G(x,\xi)\nu(\xi)d\xi, \tag{14}$$

где

$$\overline{G}(x,\xi,\lambda)=\begin{cases} -\dfrac{\sin\sqrt{-\lambda_1}\xi\sin\sqrt{-\lambda_1}(1-x)}{\sqrt{-\lambda_1}sh\sqrt{-\lambda_1}}, & 0\le\xi\le x,\\ -\dfrac{\sin\sqrt{-\lambda_1}\sin\sqrt{-\lambda_1}(1-\xi)}{\sqrt{-\lambda_1}\sin\sqrt{-\lambda_1}}, & x\le\xi\le 1\end{cases} -$$

функция Грина задачи $\tau''(x)+\lambda_1\tau(x)=0,\quad \tau(0)=\tau(1)=0.$

Исключим τ(x) из соотношений (11) и (14). В результате будем иметь

$$\rho_0\left[(1-x)^{1-\beta}a(x)+x^{1-\beta}b(x)\right]\int_0^1 G(x,\xi,\lambda_1)\nu(\xi)d\xi=$$
$$=\rho_0\left[(1-x)^{1-\beta}a(x)D_{0x}^{2\beta-1}\nu(x)+x^{1-\beta}b(x)D_{x1}^{2\beta-1}\nu(x)\right]+\left[x(1-x)^{1-\beta}\right]^{1-\beta}c(x). \tag{15}$$

Пусть имеет место случай, когда *a(x)≠0, b(x)=0*. Тогда равенство (15) можнопереписать в виде

$$A(x)\int_0^1 G(x,\xi,\lambda_1)\nu(\xi)d\xi=D_{0x}^{2\beta-1}\nu(x)+B(x)D_{x1}^{2\beta-1}\nu(x)+\rho_2\frac{x^{1-\beta}c(x)}{a(x)},$$

$$\rho_2=\frac{2\Gamma(1-\beta)}{\Gamma(1-2\beta)}\left(\frac{2m+1}{4}\right)^{2\beta}.$$

Подействуем на обе части полученного уравнения оператором $D_{0x}^{1-2\beta}$, в результате чего получим

$$D_{0x}^{1-2\beta}A(x)\int_0^1 G(x,\xi,\lambda_1)\nu(\xi)d\xi=\nu(x)+D_{0x}^{1-2\beta}+B(x)D_{x1}^{2\beta-1}\nu(x)+n(x),$$

где

$$A(x)=\frac{\rho_0}{\rho_1}\left[1+\frac{x^{1-\beta}b(x)}{(1-x)^{1-\beta}a(x)}\right],\quad B(x)=\frac{x^{1-\beta}b(x)}{(1-x)^{1-\beta}a(x)},\quad n(x)=\rho_2D_{0x}^{1-2\beta}\left[\frac{x^{1-\beta}c(x)}{a(x)}\right].$$

Преобразуем полученное интегральное уравнение. Для этого рассмотрим двойной интеграл

$$D_{0x}^{1-2\beta}A(x)\int_0^1 G(x,\xi,\lambda_1)\nu(\xi)d\xi=\frac{1}{\Gamma(1-2\beta)}\frac{d}{dx}\int_0^x\frac{A(t)dt}{(x-t)^{1-2\beta}}\int_0^1 G(x,\xi,\lambda_1)\nu(\xi)d\xi=$$
$$=\frac{1}{\Gamma(1-2\beta)}\int_0^1\nu(\xi)d\xi\frac{d}{dx}\int_0^x\frac{A(t)G(t,\xi,\lambda_1)d\xi}{(x-t)^{1-2\beta}}=\frac{1}{\Gamma(1-2\beta)}\int_0^1 M_1(x,\xi)\nu(\xi)d\xi.$$

С учетом того, что

$$M_1(x,\xi)=\frac{d}{dx}\left(-\frac{(x-t)^{1-2\beta}}{2\beta}G(x,\xi,\lambda_1)A(t)\Big|_0^x+\int_0^x\frac{(x-t)^{2\beta}}{2\beta}G_t(t,\xi,\lambda_1)\nu(\xi)d\xi\,A(t)+\right.$$
$$\left.+A'(t)G(t,\xi,\lambda_1)dt\right)=\frac{1-2\beta}{2\beta}\frac{G(0,\xi,\lambda_1)A(0)}{x^{2\beta}}+\int_0^x\frac{G_t(t,\xi,\lambda_1)A(t)+A'(t)G(t,\xi,\lambda_1)dt}{(x-t)^{1-2\beta}},$$

и свойств функции Грина $G(x,t,\lambda_1)$ заключаем, что $M_1(x,\xi)$ непрерывно дифференцируемо в квадрате $0<x, \xi<1$ при $\xi \neq x$.

Далее рассмотрим двойной интеграл, содержащийся в уравнении (16)

$$h_1(x) = D_{0x}^{1-2\beta} B(x) D_{x1}^{2\beta-1} \nu(x) = \frac{1}{\Gamma(2\beta)\Gamma(1-2\beta)} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{B(x)dt}{(x-t)^{1-2\beta}} \int_t^1 \frac{\nu(\xi)d\xi}{(\xi-t)^{2\beta}} =$$

$$= \frac{1}{\Gamma(2\beta)\Gamma(1-2\beta)} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{[B(x)-B(t)]dt}{(x-t)^{1-2\beta}} \int_t^1 \frac{\nu(\xi)d\xi}{(\xi-t)^{2\beta}} + \frac{B(x)}{\Gamma(2\beta)\Gamma(1-2\beta)} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{\nu(\xi)d\xi}{(\xi-t)^{2\beta}}.$$

С учетом известного соотношения [5]

$$D_{ax}^{\alpha} D_{xb}^{-\alpha} \varphi(t) = \cos\pi\alpha\varphi(x) + \frac{\sin\pi\alpha}{\pi} \int_a^b \frac{t-a}{x-a} \frac{\varphi(t)dt}{t-x},$$

уравнение (16) можно переписать в виде

$$[1+\cos\pi(1-2\beta)B(x)]\nu(x) + \int_0^1 \frac{L(x,\xi)}{x-\xi} \nu(\xi)d\xi = n(x) \qquad (17)$$

где $L(x,\xi) = [M_1(x,\xi) + M_2(x,\xi)](x-\xi), \quad n(x) \in \overline{C}(\overline{I}) \cap C^1(I).$

Таким образом интегральное уравнение (17) есть сингулярное интегральное уравнение.

На основании общей теории сингулярных интегральных уравнений [2], заключаем что условие $[1+\cos\pi(1-2\beta)B(x)]^2 + \pi^2 L^2(x,\xi) \neq 0$ гарантирует существование регуляризатора, приводящего сингулярное интегральное уравнение (17) к уравнению Фредгольма второго рода, безусловная разрешимость которого следует из единственности решения задачи.

По найденному $\nu(x)$ восстанавливается $\tau(x)$ и решение $U(x,y)$ задачи в области Ω_1 как решение первой краевой задачи, а в области Ω_2 оно определяется формулой (6).

Список литературы

1. Елеев, В.А. О некоторых задачах типа задачи Коши и задачи со смещением для одного вырождающегося гиперболического уравнения/В.А. Елеев// Дифференциальные уравнения. – Минск. 1976г. – Т.12, №1. – С. 46–58.

2. Мусхелишвили, Н.И. Сингулярные интегральные уравнения/Н.И. Мусхелишвили. – М.: Наука. 1968г. – 511с.

3. Нахушев, А.М. Некоторые факты из теории краевых задач со смещением/ А.М. Нахушев. – Нальчик. 2005г. – 63с.

4. Нахушев, А.М. Обратные задачи для вырождающихся уравнений и интегральные уравнения Вольтера третьего рода/ А.М. Нахушев // Дифференциальные уравнения. – 1974г. – Т.10, №1. – С. 100-111.

5. Смирнов, М.М. Уравнения смешанного типа/М.М. Смирнов. – М.: Наука. 1968г. – 511с.

УДК.517.956.6

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА С ДВУМЕРНОЙ ОБЛАСТЬЮ ПАРАБОЛИЧНОСТИ

Закриева Л.А., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: luiza-56@mail.ru

Аннотация. *В статье рассматривается краевая задача для уравнения смешанного типа, с нехарактеристическим вырождением типа, когда областью параболичности является квадрат.*

Целью работы является исследование вопросов существования и единственности решения поставленной задачи.

Рассмотренная задача является аналогом известной задачи Бицадзе-Самарского для уравнения смешанного типа, где вместо линии перехода от эллиптической части к гиперболической взята двумерная параболическая область.

В работе находится регулярное решение заданного уравнения в эллиптической и параболической областях, обобщённое решение класса R_1 в гиперболической области.

Единственность решения доказывается с помощью аналога принципа экстремума А.В.Бицадзе.

При доказательстве существования решения используется теория интегральных уравнений, некоторые результаты теории производных и интегралов дробного порядка для действительной функции одной переменной. Задача сводится при определенных условиях к интегральному уравнению Фредгольма второго рода со слабой особенностью, безусловная разрешимость которого следует из доказанной единственности решения задачи.

В работе рассмотрена ранее не изученная краевая задача со смещением, полученные в работе результаты имеют теоретический характер, они могут быть использованы для дальнейшей разработки теории краевых задач для уравнений смешанного типа с двумерной областью параболичности, а также при решении прикладных задач, приводящихся к таким уравнениям.

Ключевые слова: *уравнения смешанного типа, краевая задача со смещением, регулярное решение уравнения, обобщённое решение уравнения, операторы дифференцирования, интегрирования.*

BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR ONE MIXED-TYPE EQUATION WITH A TWO-DIMENSIONAL PARABOLICITY DOMAIN

Zakrieva L.F*. candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny*
e-mail: luiza-56@mail.ru

Annotation. *The paper considers a boundary value problem for an equation of mixed type, with non-characteristic degeneracy of type, when the parabolicity domain is a square.*

The purpose of the work is to study the issues of the existence and uniqueness of the solution of the problem.

The considered problem is an analogue of the well-known Bitsadze-Samarsky problem for a mixed-type equation, where a two-dimensional parabolic region is taken instead of the transition line from the elliptic part to the hyperbolic one.

The paper presents a regular solution of a given equation in the elliptic and parabolic domains, a generalized solution of the class R_1 *in the hyperbolic domain.*

The uniqueness of the solution is proved using an analogue of the extremum principle of A.V. Bitsadze.

When proving the existence of a solution, the theory of integral equations is used, some results of the theory of derivatives and fractional order integrals for a real function of one variable are used. The problem is reduced under certain conditions to the Fredholm integral equation of the second kind with a weak singularity, the unconditional solvability of which follows from the proven uniqueness of the solution of the problem.

The paper considers a previously unexplored boundary value problem with an offset, the results obtained in this paper are theoretical in nature, they can be used for further development of the theory of boundary value problems for mixed-type equations with a two-dimensional parabolicity domain, as well as for solving applied problems resulting in such equations.

Keywords: *mixed-type equations, boundary value problem with displacement, regular solution of the equation, generalized solution of the equation, differentiation operators, integration.*

Рассмотрим уравнение

$$F(y)u_{xx} + u_{yy} + \alpha u_x = 0, \tag{1}$$

где

$$F(y) = (y-1)^m, \alpha = 0, \text{при } y > 1,$$
$$F(y) = 0, \alpha = -1, \text{при } 0 < y < 1,$$
$$F(y) = -(-y)^m, \alpha = 0, \text{при } y < 0, m > 0$$

в области Ω, ограниченной кривой L с концами в точках $A_1(0,1)$и $B_1(1,1)(y > 1)$, отрезками прямых $x = 0$ и $x = 1(0 < y < 1)$ и выходящими из точек $A_0(0,0)$и $B_0(1,0)$ характеристиками:

$$A_0C: x - \frac{2}{2+m}(-y)^{\frac{2+m}{2}} = 0,$$
$$B_0C: x + \frac{2}{2+m}(-y)^{\frac{2+m}{2}} = 1.$$

Задача. Найти функцию $u(x,y)$ со следующими свойствами:

1. $u(x,y) \in C(\overline{\Omega})$;
2. $u(x,y)$ – регулярное решение уравнения (1) в области $\Omega^+ = \Omega_1 \cup \Omega_2$, где

$$\Omega_1 = \Omega \ \cap (y > 1), \Omega_2 = \ \Omega \cap (0 < y < 1);$$

3. $u(x,y)$ – обобщенное решение уравнения (1) класса R_1 в области

$$\Omega_3 = \Omega \ \cap (y < 0);$$

4. $u(x,y)$ удовлетворяет краевым условиям

$$u(x,y)|_{\mathrm{L}} = f(s), 0 \leq s \leq l, \tag{2}$$

где $s -$ длина дуги кривой L, отсчитываемая от точки $B_1(1,1)$, а $l -$ длина всей кривой L;

$$u(x,y)|_{x=0} = \varphi(y), 0 \leq y \leq 1; \tag{3}$$

$$D_{ox}^{\beta} x^{2\beta-1} u[\theta(x)] = a(x)u(x,0) + b(x), \tag{4}$$

где $f(s), \varphi(y), a(x), b(x)$ – заданные функции, $f(s) \in C[0,l], \varphi(y) \in C[0,1], b(x) \in C[0,1]$, $a(x) -$ положительная невозрастающая функция из класса $C[0,1], \theta(x) -$ является аффиксом точки пересечения характеристики уравнения (1), выходящей из точки $x \in (0,1)$, с характеристикой A_0C, $\beta = \frac{m}{2(m+2)}, 0 < \ \beta < \frac{1}{2}$.

Примем обозначения

$$u(x,1) = \tau_1(x), u(x,0) = \tau(x),\ u_y(x,1) = \nu_1(x),\ u_y(x,0) = \nu(x).$$

В области Ω_3 уравнение (1) принимает вид

$$(-y)^m u_{xx} - u_{yy} = 0.$$

Как известно[1], решение задачи Коши, удовлетворяющее начальным условиям:

$$u(x,0) = \tau(x), 0 \leq \ x \leq 1,$$

$$\lim_{y \to 0} \frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \nu(x),\ 0 < \ x < 1$$

имеет вид

$$u(x,y) = \gamma_1 \int_0^1 \tau \left(x - \frac{2}{2+m} (-y)^{\frac{2+m}{2}} (2t-1) \right) t^{\beta-1} (1-t)^{\beta-1}\, dt + \\ + \left(\frac{4}{m+2} \right)^{1-4\beta} \gamma_2 y \int_0^1 \nu \left(x - \frac{2}{2+m} (-y)^{\frac{2+m}{2}} (2t-1) \right) t^{-\beta} (1-t)^{-\beta}\, dt, \tag{5}$$

$$\gamma_1 = \frac{\Gamma(2\beta)}{\Gamma^2(\beta)}, \gamma_2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{4}{m+2} \right)^{2\beta} \cdot \frac{\Gamma(1-2\beta)}{\Gamma^2(1-\beta)}.$$

Если функции $\tau(x), \nu(x) \in \ C^2(0,1)$ и на концах интервала $(0,1)$ они могут обращаться в бесконечность порядка, соответственно, не больше $(1-\beta)$ и β, то $u(x,y)$ имеет непрерывные производные второго порядка по x и y в области, ограниченной характеристиками и отрезком $[0,1]$ оси $\mathrm{O}x$.

Решение (5) называют обобщённым решением уравнения (1), если $\tau(x), \nu(x)$ непрерывны в интервале $(0,1)$. Обобщенное решение (5) принадлежит классу R_1, если функция $\tau(x)$ удовлетворяет условию Гельдера с показателем $\alpha_1 > 1 - \beta$ при $0 \leq \ x \leq 1$, а функция $\nu(x)$ удовлетворяет условию

Гельдера с показателем $\alpha_2 > \beta$ при $0 \leq x < 1$. В [1] доказывается, что для обобщенного решения класса R_1 функции u_x, u_y непрерывны в треугольнике A_0B_0C, а u_y непрерывна вплоть до линии вырождения и

$$\lim_{y\to 0}\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \nu(x),\ 0 < x < 1.$$

Учитывая краевое условие (4), находим [1]:

$$\gamma_2\,\Gamma(1-\beta)D_{ox}^{2\beta-1}\nu(x) = a_1(x)u(x,0) - x^{1-\beta}b(x), \tag{6}$$

где

$$a_1(x) = \gamma_1\,\Gamma(\beta) - a(x)x^{1-\beta}.$$

Применяя оператор $D_{ox}^{1-2\beta}$ к обеим частям равенства (6), получим

$$\gamma_2\,\Gamma(1-\beta)\nu(x) = D_{ox}^{1-2\beta}a_1(x)\tau(x) - D_{ox}^{1-2\beta}x^{1-\beta}b(x). \tag{7}$$

Имеет место принцип экстремума.

Теорема. Если $b(x) \equiv 0$, то положительный максимум и отрицательный минимум решения поставленной задачи в $\overline{\Omega}^+$ достигается на кривой L или на A_0A_1.

Из теоремы следует единственность поставленной задачи.

В области Ω_1 уравнение (1) принимает вид

$$(y-1)^m u_{xx} + u_{yy} = 0.$$

Регулярным решением уравнения (1) в области Ω_1 называют функцию $u(x,y) \in C^2(\Omega_1)$, удовлетворяющую этому уравнению во всех точках области Ω_1.

Вопрос существования решения задачи рассмотрен для случая «нормальной» кривой L_0:

$$\left(x-\frac{1}{2}\right)^2 + \frac{4}{m+2}(y-1)^{m+2} = \frac{1}{4}, y \geq 1.$$

Не ограничивая общности, будем считать $\tau(0) = \tau_1(0) = 0$.

Решение задачи в области Ω_1 даётся формулой [1]:

$$u(x,y) = -k_1\int_0^1 \nu_1(t)\left\{\left[(t-x)^2 + \frac{4}{m+2}(y-1)^{m+2}\right]^{-\beta}\right.$$

$$\left.-\left[(x+t-2xt)^2 + \frac{16\left(x-\frac{1}{2}\right)^2}{(m+2)^2}\cdot(y-1)^{m+2}\right]^{-\beta}\right\}dt -$$

$$-\frac{k_1 m}{2}\left(\frac{1}{4}-R^2\right)\int_0^l (\eta-1)^{-1}f(s)(r_1^2)^{-\beta-1}F(\beta,\beta+1{,}2\beta,1-\sigma)\frac{d\xi}{ds}ds,\ (\xi,\eta) \in L_0,$$

где

$$\left.\begin{matrix} r^2 \\ r_1^2 \end{matrix}\right\} = (x-x_0)^2 + \frac{4}{(m+2)^2}\left((y-1)^{\frac{m+2}{2}} \mp (y_0-1)^{\frac{m+2}{2}}\right)^2, (x_0,y_0) \in \Omega_1,$$

$$\sigma = \frac{r^2}{r_1^2}, k_1 = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{4}{m+2}\right)^{2\beta} \cdot \frac{\Gamma^2(\beta)}{\Gamma(2\beta)}.$$

Переходя к пределу при $y \to 1$ с учетом уравнения нормальной кривой, получим

$$u(x,1) = \tau_1(x)$$

$$= -k_1 \int_0^1 \nu_1(t)\left[|t-x|^{-2\beta} - (x+t-2xt)^{-2\beta}\right] dt + \Phi(x), \qquad (8)$$

где

$$\Phi(x) = 2k_1\beta(1-2\beta)^{-\beta} x(1-\ x) \int_0^1 f_1(\ x) \frac{[x(1-\ x)]^{\beta-\frac{1}{2}}}{[x+t-2xt]^{\beta+1}} dx, f_1(\ x) = f(s).$$

В области Ω_2 уравнение (1) принимает вид

$$u_{yy} - u_x = 0.$$

Функцию $u(x,y)$, имеющую на множестве $\Omega_2 \cup B_1B_0$ непрерывные частные производные u_{yy}, u_x и удовлетворяющую уравнению (1) в области Ω_2, называют регулярным решением этого уравнения.

Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности в квадрате $A_0A_1B_1B_0$ представимо в виде:

$$u(x,y) = \int_0^x \tau(\xi) G_\eta(\xi,0,x,y) d\xi + \int_0^1 \varphi(\eta)\, G(0,\eta,x,y) d\eta - \int_0^x \tau_1(\xi) G_\eta(\xi,1,x,y) d\xi,$$

где

$$G(\xi,\eta,x,y) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}}(x-\xi)^{-\frac{1}{2}} \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left[e^{-\frac{(y-\eta+2n)^2}{4(x-\xi)}} - e^{-\frac{(y+\eta+2n)^2}{4(x-\xi)}}\right].$$

Вычислим производную u_y:

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \int_0^x \tau(\xi) G_{\eta y}(\xi,0,x,y) d\xi + \int_0^1 \varphi(\eta)\, G_y(0,\eta,x,y) d\eta - \int_0^x \tau_1(\xi) G_{\eta y}(\xi,1,x,y) d\xi.$$

Первый и третий интеграл проинтегрируем по частям, выполним необходимые преобразования и перейдем к пределам при $y \to 0$ и $y \to 1 (0 < \ x < 1)$:

$$\lim_{y\to 0}\frac{\partial u(x,y)}{\partial y}=\nu$$
$$=-\frac{1}{\sqrt{\pi}}\frac{d}{dx}\int_0^x\frac{\tau(\xi)d\xi}{\sqrt{x-\xi}}+\int_0^x K_1(x,\xi)\tau(\xi)d\xi-\int_0^x K_2(x,\xi)\,\tau_1(\xi)d\xi$$
$$+\Phi_1(x),\quad (9)$$
$$\lim_{y\to 1}\frac{\partial u(x,y)}{\partial y}=\nu_1(x)=$$
$$=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\frac{d}{dx}\int_0^x\frac{\tau_1(\xi)d\xi}{\sqrt{x-\xi}}+\int_0^x K_3(x,\xi)\tau(\xi)d\xi-\int_0^x K_4(x,\xi)\,\tau_1(\xi)d\xi+\Phi_2(x),\quad 10)$$

где $K_i(x,\xi), i=1,2,3,4,-$функции, бесконечно дифференцируемые в квадрате $0\le x,\xi\le 1$ и обращающиеся в нуль при совпадении аргументов $x=\xi$;

$$\Phi_1(x)=\frac{1}{4\sqrt{\pi}}\int_0^1\varphi(\eta)\,x^{-\frac{3}{2}}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left[(\eta+2n)e^{-\frac{(\eta+2n)^2}{4x}}-(-\eta\right.$$
$$\left.+2n)e^{-\frac{(-\eta+2n)^2}{4x}}\right]d\eta;$$
$$\Phi_2(x)=\frac{1}{4\sqrt{\pi}}\int_0^1\varphi(\eta)\,x^{-\frac{3}{2}}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left[(1+\eta+2n)e^{-\frac{(1+\eta+2n)^2}{4x}}-(1-\eta\right.$$
$$\left.+2n)e^{-\frac{(1-\eta+2n)^2}{4x}}\right]d\eta.$$

Вопрос существования решения поставленной задачи эквивалентен вопросу о разрешимости уравнений (7), (8), (9) и (10).

Исключая из этих уравнений $\tau_1(x)$ и $\nu(x)$, получим систему интегральных уравнений:

$$\begin{cases}\tau(x)=\int_0^x M_1(x,\xi)\tau(\xi)d\xi+\int_0^1 M_2(x,\xi)\,\nu_1(\xi)d\xi+\Phi_3(x),\\ \nu_1(x)=\int_0^x M_3(x,\xi)\tau(\xi)d\xi+\int_0^1 M_4(x,\xi)\,\nu_1(\xi)d\xi+\Phi_4(x).\end{cases}\qquad(11)$$

Ядра $M_i(x,\xi), i=1,2,3,4$, и свободные члены $\Phi_3(x),\Phi_4(x)$ определены, выражаются через известные функции, при этом функция $M_2(x,\xi)$ непрерывна в квадрате $0\le x,\xi\le 1$, функции $M_1(x,\xi)$и$M_3(x,\xi)$ непрерывны в треугольнике $0\le x\le\xi\le 1$, $M_4(x,\xi)$ является ядром со слабой особенностью. Если потребовать дополнительно, чтобы

$$a(x)=x^{\beta}\bar{a}(x), b(x)=x^{\beta}\,\bar{b}(x),$$

где $\bar{a}(x)\in C^{(1,\alpha)}[0,1]$, $\bar{b}(x)\in C^1[0,1], \alpha>1-\beta$, то $a_1(x)\in C^{(1,\alpha)}[0,1], a_1(x)\ne 0$ и тогда свободные члены $\Phi_3(x),\Phi_4(x)$ непрерывны на

$[0,1]$ и $\Phi_3(x)$ удовлетворяет условию Гельдера с показателем большим, чем $(1-\beta)$ при $0 \leq x \leq 1$.

Рассматриваются три случая:

$$0 < \beta < \frac{1}{4}; \ \frac{1}{4} < \beta < \frac{1}{2}, \beta = \frac{1}{4}.$$

Система интегральных уравнений (11) в каждом из этих случаев является системой Фредгольма второго рода со слабой особенностью. Однозначная разрешимость этой системы следует из доказанной единственности решения поставленной задачи.

Определив $\tau(x)$ и $\nu_1(x)$, по формулам (8) и (10) найдем $\tau_1(x)$ и $\nu(x)$, при этом $\nu(x)$ удовлетворяет условию Гельдера с показателем большим, чем β, $\tau(x)$ удовлетворяет условию Гельдера с показателем большим, чем $(1-\beta)$, т.е. найденное решение принадлежит классу R_1 в области Ω_3.

Зная функции $\tau(x), \tau_1(x), \nu(x), \nu_1(x)$ получим решение задачи в областях $\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$.

Список литературы

1. Смирнов, М.М. Уравнения смешанного типа/М.М. Смирнов. – Москва, Высшая школа, 1985, – 304 с.

УДК 517.9

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТИПА КОШИ ДЛЯ ДИФФУЗИОННО-ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ

Ибавов Т.И., *преподаватель*
Дагестанский государственный университет, г. Махачкала
e-mail: ibavov94@mail.ru

Аннотация. *Применение интегральных преобразований один из самых действенных методов при решении дифференциальных уравнений с дробными производными. В данной работе рассмотрена задача типа Коши для нелинейного диффузионно-волнового уравнения с дробной производной Капуто по времени. Последовательным применением преобразований Лапласа и Фурье получено решение задачи в образах. С помощью полученных соотношений для преобразований Лапласа и Фурье решение искомой задачи представлено через функции Райта.*

Ключевые слова: *дробная производная Капуто, преобразование Лапласа, преобразование Фурье, функция Райта.*

USING INTEGRAL TRANSFORMS TO SOLVE THE CAUCHY PROBLEM FOR FRACTIONAL NON-HOMOGENOUS WAVE EQUATION

Ibavov T.I., *lecturer Dagestan State University, Makhachkala*
e-mail: ibavov94@mail.ru

Annotation. *Integral transform method is a powerful tool for solving fractional differential equation. In the study, Cauchy problem for non-homogenous wave equation with time fractional derivative is investigated. By successive application of the Laplace and Fourier transforms, the solution of the problem in the images is obtained. Using the obtained relations for the Laplace and Fourier transforms, the solution to the required problem is represented in terms of the Wright functions.*

Keywords: *fractional derivative Caputo, Laplace transform, Fourier transforms, Wright function.*

Вводные сведения

Приведем ряд известных определений и теорем, которыми будем пользоваться в дальнейшей работе.

Определение 1. Преобразование Лапласа функции $f(t)$ определяется, как

$$F(p)=\int_0^{+\infty} f(t)\cdot e^{-pt}dt.$$

Теорема 1. Пусть функция $f(t)$ является непрерывной при $t>0$ и $f^{(n)}(t)$ является оригиналом, то

$$L(f^{(n)}(t))=p^nF(p)-\sum_{k=0}^{n-1}p^{n-1-k}f^{(k)}(0), \tag{1}$$

где $f^{(k)}(0)=\lim\limits_{t\to+0}f^{(k)}(t)$.

Теорема 2. Преобразование Лапласа от свертки двух функций равно произведению оригиналов этих функций, то есть

$$L(f(t)\otimes g(t))=F(p)G(p). \tag{2}$$

Пусть функция $f(t)$ задана на полуоси $t>0$, тогда дробная производная Римана-Лиувилля вводится в виде [2]:

$$\left(D_+^\alpha f\right)(x)=\frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\frac{d}{dx}\int_{-\infty}^{x}\frac{f(t)}{(x-t)^\alpha}dt. \tag{3}$$

Пусть функция $f(t)$- непрерывна на $[0,T]$ вместе со своими производными до порядка $n-1$ включительно, причем $f^{(n)}(t)\in L[0,T]$. Тогда для любого $\alpha\in(0;n]$ производная $D_{0t}^\alpha f(t)$ существует. Кроме того, если $\alpha\in(n-1;n]$, то почти всюду на $[0,T]$ имеет место представление [1]

$$D_{0t}^\alpha f(t)=\sum_{k=0}^{n-1}\frac{f^{(k)}(0)}{\Gamma(1+k-\alpha)}\cdot t^{k-\alpha}+\frac{1}{\Gamma(n-\alpha)}\int_0^t\frac{f^{(n)}(s)}{(t-s)^{\alpha-n+1}}ds.$$

Выражение вида:

$$\partial_{0t}^\alpha f(t)=\frac{1}{\Gamma(n-\alpha)}\int_0^t\frac{f^{(n)}(s)}{(t-s)^{\alpha-n+1}}ds, \tag{4}$$

называется дробным производным Капуто.

Таким образом, при $0<\alpha<1$ имеет место равенство [1]:

$$D_{0t}^{\alpha} f(t)=\frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\int_0^t \frac{f'(s)}{(t-s)^{\alpha}}ds+\frac{f(0)}{\Gamma(1-\alpha)t^{\alpha}}. \qquad (5)$$

Определение 2. Преобразование Фурье функции $f(t)$ определяется как

$$F[f(x)](s)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{isx}dx. \qquad (6)$$

Если $F(s)$ есть преобразование Фурье функции $f(x)$, то выражение

$$F^{-1}[F(s)](x)=\int_{-\infty}^{\infty} F(s)e^{-isx}dx, \qquad (7)$$

Определяет обратное преобразование Фурье функции $f(x)$.

Приведём некоторые свойства преобразование Фурье, которые потребуются нам в дальнейшем

$$F^{-1}[f\cdot g]=F^{-1}[f]*F^{-1}[g]. \qquad (8)$$

$$F[f*g]=F[f]\cdot F[g]. \qquad (9)$$

Задача типа Коши для диффузионно-волнового уравнения с дробной производной

Рассмотрим задачу типа Коши для диффузионно-волнового уравнения с дробной производной Капуто.

$$\begin{cases}\dfrac{\partial^{2\alpha}u(x,t)}{\partial t^{\alpha}}-a^2\dfrac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}+c^2u(x,t)=q(x,t)\\ u(x,0)=\varphi(x),\ \ x\in(-\infty,\infty),\ \ t>0\\ u_t(x,0)=\psi(x),\ \ \alpha\in\left(\dfrac{1}{2},1\right],\end{cases} \qquad (10)$$

где $c>0, a>0, \partial_{0t}^{\alpha}$- оператор дробного дифференцирования Капуто (4).

Применим к обеим частям уравнения (6) последовательно преобразования Лапласа по переменной t и преобразование Фурье по переменной x. Воспользовавшись формулами (1) и (5) запишем

$$U(s,p)=\frac{Q(s,p)+p^{2\alpha-1}\check{\varphi}(s)+p^{2\alpha-2}\check{\psi}(s)}{p^{2\alpha}+a^2s^2+c^2}.$$

Воспользовавшись формулой

$$\frac{e^{-rb}}{b}=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^{\infty} e^{-(r\theta)^2}e^{-\left(\frac{b}{2\theta}\right)^2}d\theta, \qquad (11)$$

преобразуем последнее равенство и применим обратное преобразование Фурье к последнему равенству, запишем

$$U(x,p)=\frac{1}{2a}\left[\int_{-\infty}^{\infty}[\varphi(x-z)p^{2\alpha-1}+\psi(x-z)p^{2\alpha-2}\right.$$
$$\left.+Q(x-z,p)]A(z,p)dz\right], \qquad (12)$$

где $A(z,p) = \frac{1}{\sqrt{p^{2\alpha}+c^2}} e^{-\frac{|z|}{a}\sqrt{p^{2\alpha}+c^2}}$.

Рассмотрим выражение $L^{-1}[A(z,p)]$. Введём следующие обозначения $r = \sqrt{p^{2\alpha}+c^2}, b = \frac{|z|}{a}$. Тогда используя равенство (11) выражение (12) можно переписать в виде

$$L^{-1}[A(z,p)] = L^{-1}\left[\frac{1}{\sqrt{p^{2\alpha}+c^2}} e^{-\frac{|z|}{a}\sqrt{p^{2\alpha}+c^2}}\right]$$
$$= L^{-1}\left[\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^\infty e^{c^2\theta^2-\left(\frac{|z|}{2a\theta}\right)^2} e^{-p^{2\alpha}\theta^2} d\theta\right]$$
$$= \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^\infty e^{c^2\theta^2-\left(\frac{|z|}{2a\theta}\right)^2} L^{-1}\left[e^{-p^{2\alpha}\theta^2}\right] d\theta,$$

где

$$L^{-1}\left[e^{-p^{2\alpha}\theta^2}\right] = L^{-1}\left[\sum_{n=0}^\infty \frac{-(\theta p^{2\alpha})^n}{n!}\right] = \sum_{n=0}^\infty \frac{(-\theta)^{2n} t^{-2\alpha n-1}}{n!\,\Gamma(-2\alpha n)}.$$

Окончательно запишем $L^{-1}[A(z,p)] = t^{-1}W(-2\alpha, 0, -\theta^2 t^{-2\alpha})$,

где функция $W(\alpha,\beta,z)$ – это функция Райта, определяемая в виде ряда

$$W(\alpha,\beta,z) = \sum_{k=0}^\infty \frac{z^k}{k!\,\Gamma(\alpha k+\beta)}.$$

Используя изложенное выше, запишем решение искомой задачи (10)

$$u(x,t) = \frac{1}{2a}\left[\int_{-\infty}^{\infty}\left[\varphi(x-z)W(-2\alpha,-2\alpha+1,-\theta^2 t^{-2\alpha}) + \psi(x-z)W(-2\alpha,-4\alpha+2,-\theta^2 t^{-2\alpha}) + \int_{-\infty}^{\infty} Q(x-z,t-\tau)W(-2\alpha,0,-\theta^2 t^{-2\alpha})d\tau\right]dt\right].$$

Заключение

В работе рассмотрена задача типа Коши для диффузионно-волнового уравнения. Для упрощения поиска решений применены интегральные преобразования Фурье и Лапласа, в результате применения которых, найдено решение задачи (6) в образах Лапласа и Фурье. Решение искомой задачи (6) найдено в терминах функции Райта.

Список литературы

1. Нахушев, А.М. Элементы дробного исчисления и их применение/А.М. Нахушев/ – Нальчик,2003. -299с.

2. Самарский, А.А. Численные методы/ А.А. Самарский., А.В. Гулин. – Москва: Наука, 1989. -430с.

3. Бейбалаев, В.Д. Математическая модель переноса в средах с фрактальной структурой/В.Д. Бейбалаев// Математическое моделирование. -Москва, 2009. -Т.21., -№ 5. -С.55-62.

4. Бейбалаев, В.Д. Численный метод решения задачи переноса с двусторонней производной дробного порядка/ В. Д. Бейбалаев //Вестник СамГТУ.- Серия: Физико-математические науки.- 2009.- № 1 (18).- С. 267-270.

5. Beybalaev, V.D., Meilanov R.P. The Dirihlet problem for the fractional poisons equation with Caputo Derivatives: A finite difference approximation and a numerical solution/V.D. Beybalaev//Thermal Science, 2012, Т. 16, №2.- С. 385-394.

6. Beibalaev, V.D., Shabanova M.R. A Finite-Difference scheme for solution of a fractional heat diffusion-wave equation without initial conditions/V.D. Beybalaev// Thermal science, 2015, Т. 19, №2.-С. 531-536.

7. Мейланов, Р.П. Прикладные аспекты дробного исчисления. Нелокальные динамические процессы, теплопроводность в дробном исчислении/ Р.П.Мейланов, Р.П., Бейбалаев В.Д., Шабанова М.Р.//Издательство Palmarium Academic Pablishing. 2012. 144 с.

8. Дубков, А.А. Преобразование Лапласа// А.А. Дубков, Н.В. Агудов. – Нижний Новгород: НГУ, 2016.- 36 с.

9. Алхасов, А.Б. Уравнение теплопроводности в производных дробного порядка/ А.Б. Алхасов, АР.П. Мейланов, Шабанова М.Р. //ИФЖ.2011 г. Т.84, № 2. С.309 – 316.

10. Мейланов, Р.П. Особенности решения уравнения теплопроводности в производных дробного порядка/ Р.П. Мейланов, М.Р. //ЖТФ. 2011 г. Т.81, вып.7. С.1-6.

УДК 512.5

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ С НЕИЗВЕСТНЫМ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ИСТОЧНИКОМ

Левенштам В.Б., *доктор физико-математических наук, профессор*
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону;
ЮМИ ВНЦ РАН, г. Владикавказ, e-mail: vlevenshtam@yandex.ru

Кораблина Э.В., *аспирант*
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
e-mail: ellakorablina1998@gmail.com

Аннотация. *Рассматривается задача Коши для одномерного гиперболического уравнения с младшим членом. Младший коэффициент и правая часть уравнения осциллируют по времени с большой частотой ω, причем амплитуда младшего коэффициента мала – пропорциональна ω^{-1}. Исследован вопрос о восстановлении источника по заданной в некоторой точке пространства трёхчленной асимптотике решения.*

Ключевые слова: *телеграфное уравнение, асимптотические методы, быстро осциллирующие данные, обратная задача.*

INVERSE PROBLEM FOR EQUATION WITH A HIGH-FREQUENCY SOURCE TERM

Levenshtam V.B., *doctor of physical and mathematical sciences, professor*
South Federal University, Rostov-on-Don, SMI VNC RAS, Vladikavkaz
e-mail: vlevenstam@yandex.ru

Korablina E.V., *graduate student South Federal University, Rostov-on-Don*
e-mail: ellakorablina1998@gmail.com

Annotation. *We consider The Cauchy problem for the wave equation for a one-dimensional hyperbolic equation with the junior term. The junior term and right hand side oscillate by time with a high frequency. The amplitude of the junior term is proportional to ω^{-1}. We investigate the question about source recovery from the three-term asymptotic of a solution, which are given at one point of domain.*

Keywords*: telegraph equation, asymptotic methods, rapidly oscillating data, inverse problem.*

Введение. К настоящему времени теория обратных коэффициентных задач разработана с большой полнотой (см., например, [1-4]), однако задачи для уравнений с быстро осциллирующими данными в ней почти не представлены.

Однако, задачи такого типа часто встречаются при математическом моделировании процессов, протекающих в средах с неизвестными характеристиками, подверженных высокочастотному воздействию электромагнитных, акустических, вибрационных и т.п. полей. Это свидетельствует о необходимости развития теории обратных коэффициентных задач для уравнений с быстро осциллирующими данными.

В работе рассматривается задача Коши для одномерного гиперболического уравнения с младшим членом. Младший коэффициент и правая часть уравнения осциллируют по времени с большой частотой ω, амплитуда младшего коэффициента пропорциональна ω^{-1}. Исследован вопрос о восстановлении источника по заданной в некоторой точке пространства трёхчленной асимптотике решения. При решении задачи используется неклассический алгоритм решения обратных коэффициентных задач с быстро осциллирующими по времени данными (см. [5-7]).

1. Прямая задача. Рассматривается задача Коши для одномерного гиперболического уравнения с младшим членом. Младший коэффициент и правая часть уравнения осциллируют по времени с большой частотой ω, причем амплитуда младшего коэффициента мала – пропорциональна ω^{-1}. Исследован вопрос о восстановлении источника по заданной в некоторой точке пространства трёхчленной асимптотике решения.

Пусть $T > 0, \Pi = \{(x,t): x \in R,\ t \in [0,T]\}, \Omega = \{(x,t,\tau): (x,t) \in \Pi, \tau \in [0;\ \infty)\}$. На множестве Π рассмотрим задачу Коши с большим параметром ω вида

$$\begin{cases} u_{tt}(x,t) - u_{xx}(x,t) + \dfrac{1}{\omega} a(x,t,\omega t) u(x,t) = f(x,t,\omega t) \\ u(x,t)|_{t=0} = 0 \\ u_t(x,t)|_{t=0} = 0. \end{cases} \tag{1.1}$$

Здесь $f(x,t,\tau)$ и $a(x,t,\tau)$ – функции, определенные и непрерывные на множестве Ω, $2\pi -$ периодические по τ. Для того, чтобы описать условия гладкости, наложенные на функции a и f, определим следующие линеалы. Для любого целого неотрицательного числа m символом $C^m(\Pi)$ будем обозначать пространство заданных на Π непрерывных функций $u(x,t)$, обладающих непрерывными на Π производными

$$\frac{\partial^{i+j} u(x,t)}{\partial x^i \partial t^j}, 0 \le i + j \le m.$$

Символом $C^{m,0}(\ \Omega)$ будем обозначать пространство заданных на Ω непрерывных функций $v(x,t,\tau)$, имеющих непрерывные на Ω производные

$$\frac{\partial^{i+j} v(x,t,\tau)}{\partial x^i \partial t^j}, 0 \le i + j \le m.$$

Функции f и a представим в виде:

$$f(x,t,\tau) = F(x,t) + \phi(x,t,\tau);$$
$$a(x,t,\tau) = A(x,t) + b(x,t,\tau),$$

выделив в них среднее относительно τ (по периоду):

$$F(x,t) = \langle f(x,t,\tau)\rangle \equiv \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(x,t,\tau)\,d\tau;$$
$$A(x,t) = \langle a(x,t,\tau)\rangle.$$

Будем считать, что $A, A_{x^2}, F, F_{x^2} \in C^0(\Pi), b \in C^{3,0}(\,\Omega), \phi \in C^{4,0}(\,\Omega)$.

Пусть $u_\omega(x,t)$ – решение задачи (1.1). Его асимптотику по $\omega \gg 1$ можно формально строить в виде ряда

$$u_\omega(x,t) \sim u_0(x,t) + \frac{1}{\omega}u_1(x,t) + \frac{1}{\omega^2}\big(u_2(x,t) + v_2(x,t,\omega t)\big) + \\ + \cdots + \frac{1}{\omega^k}\big(u_k(x,t) + v_k(x,t,\omega t)\big) + \cdots, \quad (1.2)$$

где функции $u_k(x,t)$ и $v_k(x,t,\tau)$ определены и непрерывны в Π и Ω соответственно, а также дважды непрерывно дифференцируемы по x и по (t,τ), причем, $v_k(x,t,\tau)$ – $2\pi-$ периодические по τ с нулевым средним

$$\langle v_k(x,t,\tau)\rangle = 0.$$

В дальнейшем важную роль играют следующие два линейных однозначно разрешимых задач. К первому отнесем задачу для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка вида:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 s(x,t,\tau)}{\partial\tau^2} = \psi(x,t,\tau) \\ s(x,t,\tau+2\pi) = s(x,t,\tau) \\ \langle s(x,t,\tau)\rangle = 0, \end{cases} \quad (1.3)$$

где $\psi(x,t,\tau)$ – определенная и непрерывная на множестве Ω функция, $2\pi-$ периодическая по $\tau \in [0,\infty)$ с нулевым средним. Решение задачи (1.3) имеет вид

$$s(x,t,\tau) = \int_0^\tau \left(\int_0^z \psi(x,t,s)ds - \langle\int_0^\tau \psi(x,t,s)ds\rangle\right)dz - \\ - \langle\int_0^\tau \left(\int_0^z \psi(x,t,s)ds - \langle\int_0^\tau \psi(x,t,s)ds\rangle\right)dz\rangle.$$

Ко второму типу отнесем задачу Коши для волнового уравнения второго порядка в полосе $(x,t) \in \Pi$ вида:

$$\begin{cases} u_{tt}(x,t) - u_{xx}(x,t) = g(x,t) \\ u(x,t)|_{t=0} = a(x) \\ u_t(x,t)|_{t=0} = b(x). \end{cases} \quad (1.4)$$

где функции $g(x,t)$ и $a(x)$, $b(x)$ определены в полосе Π и на R соответственно, причем $g(x,t)$ и $b(x)$ – непрерывно дифференцируемы по x и g_x непрерывна в Π, а $a(x)$ – дважды непрерывно дифференцируема. Решение задачи (1.4) выражается формулой Даламбера:

$$u(x,t)=\frac{1}{2}(a(x-t)+a(x+t))+\frac{1}{2}\int\limits_{x-t}^{x+t} b(\xi)d\xi+\frac{1}{2}\int\limits_0^t ds\int\limits_{x-(t-s)}^{x+(t-s)} g(\xi)d\xi.$$

Для любого положительного числа M определим прямоугольник

$\Pi_M=\{(x,t):|x|\le M, t\in[0;T]\}$, а также введем в рассмотрение $(k+1)$-членную, $k=1,2$, асимптотику решения задачи (1.2) (см. 1.2):

$$u_\omega^k(x,t)=u_0(x,t)+\frac{1}{\omega}u_1(x,t)+\cdots+\frac{1}{\omega^k}\big(u_k(x,t)+v_k(x,t,\omega t)\big).$$

Теорема 1.1. *Для каждого $M>0$ справедлива асимптотическая формула:*

$$\|u_\omega(x,t)-u_\omega^2(x,t)\|_{C(\Pi_M)}=O(\omega^{-3}),\omega\to\infty,$$

где $u_n(x,t), n=0,1,2$, и $v_2(x,t,\tau)$ – решения задач типа (1.4) и (1.3) соответственно.

Здесь $C(\Pi_M)$ – обычное пространство заданных в прямоугольнике Π_M непрерывных функций с max-нормой.

Замечание 1. *В теореме 1 речь идет о трехчленной асимптотике решения u_ω, поскольку именно эта частичная асимптотика требуется при решении обратной задачи (1.1). При увеличении степени гладкости можно строить асимптотики соответствующие более высоким порядкам. При бесконечной гладкости результат, аналогичный теореме 1.1, справедлив для полной асимптотики решения u_ω.*

Доказательство. Подставим формально ряд (1.2) в уравнение (1.1):

$$\begin{cases}
\dfrac{\partial^2 u_0(x,t)}{\partial t^2}+\dfrac{\partial^2 u_1(x,t)}{\partial t^2}+\\
+\dfrac{1}{\omega^2}\left(\dfrac{\partial^2 u_2(x,t)}{\partial t^2}+\dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\omega t)}{\partial t^2}+2\omega\dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\omega t)}{\partial t\partial\tau}+\omega^2\dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\omega t)}{\partial\tau^2}\right)-\\
-\dfrac{\partial^2 u_0(x,t)}{\partial x^2}-\dfrac{1}{\omega}\dfrac{\partial^2 u_1(x,t)}{\partial x^2}-\dfrac{1}{\omega^2}\left(\dfrac{\partial^2 u_2(x,t)}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\omega t)}{\partial x^2}\right)+\\
\dfrac{1}{\omega}a(x,t,\omega t)\left[u_0(x,t)+\dfrac{1}{\omega}u_1(x,t)+\dfrac{1}{\omega^2}\big(u_2(x,t)+v_2(x,t,\omega t)\big)\right]+\cdots.=f(x,t,\omega t)\\
\left[u_0(x,t)+\dfrac{1}{\omega}u_1(x,t)+\dfrac{1}{\omega^2}\big(u_2(x,t)+v_2(x,t,\omega t)\big)+\cdots\right]\Big|_{t=0}=0\\
\left[\dfrac{\partial u_0(x,t)}{\partial t}+\dfrac{1}{\omega}\dfrac{\partial u_1(x,t)}{\partial t}+\dfrac{1}{\omega^2}\left(\dfrac{\partial u_2(x,t)}{\partial t}+\dfrac{\partial v_2(x,t,\omega t)}{\partial t}+\omega\dfrac{\partial v_2(x,t,\omega t)}{\partial\tau}+\cdots\right)\right]\Big|_{t=0}=0
\end{cases}.$$

В каждом из этих трех последних равенств поочередно приравняем коэффициенты при степенях $\omega^0,\omega^{-1},\omega^{-2},\omega^{-3}$, а затем применим к полученным уравнениям операцию усреднения. В результате получим следующий набор задач:

$$\begin{cases}
\dfrac{\partial^2 u_0(x,t)}{\partial t^2}+\dfrac{\partial^2 u_0(x,t)}{\partial x^2}=F(x,t)\\
u_0(x,t)|_{t=0}=0\\
\left.\dfrac{\partial u_0(x,t)}{\partial t}\right|_{t=0}=0;
\end{cases}\tag{1.5}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial \tau^2} = \phi(x,t,\tau) \\ v_2(x,t,\tau+2\pi) = v_2(x,t,\tau) \\ \langle v_2(x,t,\tau)\rangle = 0 \end{cases} \tag{1.6}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 u_1(x,t)}{\partial t^2} - \dfrac{\partial^2 u_1(x,t)}{\partial x^2} = -A(x,t)u_0(x,t) \\ u_1(x,t)|_{t=0} = 0 \\ \left.\dfrac{\partial u_1(x,t)}{\partial t}\right|_{t=0} + \left.\dfrac{\partial v_2(x,t,\tau)}{\partial \tau}\right|_{t,\tau=0} = 0; \end{cases} \tag{1.7}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 v_3(x,t,\tau)}{\partial \tau^2} = -2\dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial t\partial \tau} - b(x,t,\tau)u_0(x,t) \\ v_3(x,t,\tau+2\pi) = v_3(x,t,\tau) \\ \langle v_3(x,t,\tau)\rangle = 0 \end{cases} \tag{1.8}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 u_2(x,t)}{\partial t^2} - \dfrac{\partial^2 u_2(x,t)}{\partial x^2} = -A(x,t)u_1(x,t) \\ u_2(x,t)|_{t=0} + v_2(x,t,\tau)|_{t,\tau=0} = 0 \\ \left.\dfrac{\partial u_2(x,t)}{\partial t}\right|_{t=0} + \left.\dfrac{\partial v_2(x,t,\tau)}{\partial t}\right|_{t,\tau=0} + \left.\dfrac{\partial v_3(x,t,\tau)}{\partial \tau}\right|_{t,\tau=0} = 0; \end{cases} \tag{1.9}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 v_4(x,t,\tau)}{\partial \tau^2} = \dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial x^2} - \dfrac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial t^2} - 2\dfrac{\partial^2 v_3(x,t,\tau)}{\partial t\partial \tau} - b(x,t,\tau)u_1(x,t) \\ v_4(x,t,\tau+2\pi) = v_4(x,t,\tau) \\ \langle v_4(x,t,\tau)\rangle = 0\,; \end{cases} \tag{1.10}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 u_3(x,t)}{\partial t^2} - \dfrac{\partial^2 u_3(x,t)}{\partial x^2} = -A(x,t)u_2(x,t) \ - \langle b(x,t,\tau)v_2(x,t,\tau)\rangle \\ u_3(x,t)|_{t=0} + v_3(x,t,\tau)|_{t,\tau=0} = 0 \\ \left.\dfrac{\partial u_3(x,t)}{\partial t}\right|_{t=0} + \left.\dfrac{\partial v_3(x,t,\tau)}{\partial t}\right|_{t,\tau=0} + \left.\dfrac{\partial v_4(x,t,\tau)}{\partial \tau}\right|_{t,\tau=0} = 0. \end{cases} \tag{1.11}$$

Отметим, что (1.5), (1.7), (1.9) и (1.11) – задачи вида (1.4), (1.6), (1.8) и (1.10) – задачи вида (1.3). Нетрудно проверить, что требуемая для их однозначной разрешимости гладкость данных, о которой говорилось при описании задач (1.3) и (1.4), выполнена в силу условий, наложенных на функции $A(x,t)$, $F(x,t)$ и $b(x,t,\tau)$.

Положив $\hat{u}^3_\omega(x,t) = u^3_\omega(x,t) + \frac{1}{\omega^4}v_4(x,t,t\omega)$ придем к задаче

$$\begin{cases} \left(\hat{u}^3_\omega(x,t)\right)_{tt}(x,t) - \left(\hat{u}^3_\omega(x,t)\right)_{xx} + \dfrac{1}{\omega}a(x,t,t\omega)\hat{u}^3_\omega(x,t) = f(x,t,t\omega) + z(x,t,t\omega) \\ \hat{u}^3_\omega(x,t)|_{t=0} = w(x) \\ \left.\left(\hat{u}^3_\omega(x,t)\right)_t\right|_{t=0} = r(x), \end{cases} \tag{1.12}$$

где функции $z(x,t,\tau)$, $w(x)$ и $r(x)$ имеют вид:

$$z(x,t,\tau) = \frac{1}{\omega^3}\left(\frac{\partial^2 v_3(x,t,\tau)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 v_3(x,t,\tau)}{\partial x^2} + 2\frac{\partial^2 v_4(x,t,\tau)}{\partial t\partial \tau} + \right.$$

$$+[b(x,t,\tau)+A(x,t)]\big(u_2(x,t)+v_2(x,t,\tau)\big)-A(x,t)u_2(x,t)$$
$$-\langle b(x,t,\tau)v_2(x,t,\tau)\rangle\big)+$$
$$+\frac{1}{\omega^4}\left(\frac{\partial^2 v_4(x,t,\tau)}{\partial t^2}-\frac{\partial^2 v_4(x,t,\tau)}{\partial x^2}\right.$$
$$\left.+[b(x,t,\tau)+A(x,t)]\big(u_3(x,t)+v_3(x,t,\tau)\big)\right)+$$
$$+\frac{1}{\omega^5}[b(x,t,\tau)+A(x,t)]v_4(x,t,\tau);$$
$$w(x)=\frac{1}{\omega^4}v_4(x,0,0);$$
$$r(x)=\frac{1}{\omega^4}\frac{\partial v_4(x,t,\tau)}{\partial t}\bigg|_{t,\tau=0}.$$
Отсюда вытекают асимптотические равенства:
$$z(x,t,\tau)=O(\omega^{-3}),\omega\to\infty, \qquad (1.13)$$
равномерно относительно $(x,t,\tau)\in\Omega_M$, где $\Omega_M=\{(x,t,\tau):(x,t)\in\Pi_M,$ $\tau\in[0;\ \infty)\}$;
$$w(x)=O(\omega^{-4}),\ \ r(x)=O(\omega^{-4}),\quad \omega\to\infty, \qquad (1.14)$$
равномерно относительно $x, |x|\le M$.

Таким образом,
$$\|u_\omega(x,t)-u_\omega^2(x,t)\|_{C(\Pi_M)}$$
$$\le\|u_\omega(x,t)-\hat{u}_\omega^3(x,t)\|_{C(\Pi_M)}+\|\hat{u}_\omega^3(x,t)-u_\omega^2(x,t)\|_{C(\Pi_M)}$$
$$=O(\omega^{-3}),\omega\to\infty,$$
т.е. при любом фиксированном $M>0$ справедлива оценка:
$$\|u_\omega(x,t)-u_\omega^2(x,t)\|_{C(\Pi_M)}=O(\omega^{-3}),\omega\to\infty.$$

2. Обратная задача. В полосе Π рассмотрим задачу Коши, которая является частным случаем задачи (1.1):
$$\begin{cases}u_{tt}(x,t)-u_{xx}(x,t)+\dfrac{1}{\omega}a(x,t,\omega t)u(x,t)=f(x,t)r(\,t,\omega t)\\ u(x,t)|_{t=0}=0\\ u_t(x,t)|_{t=0}=0.\end{cases} \qquad (2.1)$$
Относительно функций $a(x,t,\tau), f(x,t)$ и $r(\,t,\tau)$ сделаем следующие предположения. Функция $f(x,t)$ определена на Π и вместе с производной по x, непрерывно дифференцируема по (x,t) вплоть до 4-го порядка. Функция $a(x,t,\tau)$ определена и непрерывна на множестве Ω и 2π- периодична по τ. Функция $A(x,t)=\langle a(x,t,\tau)\rangle$ дважды непрерывно дифференцируема по переменной x на множестве Π. Функция $b(x,t,\tau)=a(x,t,\tau)-A(x,t)$ определена на множестве Ω и три раза дифференцируема по совокупности переменных (x,t) и все эти производные непрерывны на нем. Функция $r(\,t,\tau)$ определена и непрерывна на множестве $Q=\{(t,\tau):\ t\in[0,T],\tau\in[0;\ \infty)\}$ и 2π-периодична по τ. Положим $r(\,t,\tau)=r_0(\,t)+r_1(\,t,\tau)$, где $r_0(\,t)=\langle r_1(\,t,\tau)\rangle$, а

$r_1(t,\tau) = r(t,\tau) - r_0(t)$. Пусть функция $r_0(t)$ дважды непрерывно дифференцируема на отрезке $[0,T]$, а $r_1(t,\tau)$ непрерывна на множестве Q вместе с производными по t, вплоть до 4-го порядка, а также 2π- периодична по τ с нулевым средним: $\langle r_1(t,\tau)\rangle = 0$.

Функцию $r(t,\tau)$, удовлетворяющую указанным выше условиям, будем называть функцией класса (I). В данной постановке будем считать ее неизвестной.

Пусть заданы следующие объекты: точка x_0, для которой $f(x_0,t) \neq 0$; функция $q(t) \in C^3[0,T]$, удовлетворяющая условию $q(0) = q'(0) = 0$; функция $\chi(t,\tau)$ непрерывна на множестве Q, 2π- периодическая по τ с нулевым средним и дважды непрерывно дифференцируемая по переменной τ, причем $\chi''_{\tau^2}(t,\tau)$ имеет непрерывные на Q производные по переменной t вплоть до четвертого порядка. Отметим следующий факт: задача (1.5) при дополнительном условии $u_0(x_0,t) = q(t)$ имеет единственное решение $r_0(t)$. Введем в рассмотрение еще две функции

$$\phi(t) = \tilde{u}_1(x_0,t),$$

$$\psi(t) = \tilde{u}_2(x_0,t),$$

где $\tilde{u}_1(x,t), \tilde{u}_2(x,t)$ – решения задач (1.7), (1.9), в которых положено

$$v_2(x,t,\tau) = \frac{f(x,t)\,\chi(t,\tau)}{f(x_0,t)},$$

$$v_3(x,t,\tau) = -\int_0^\tau \left(\int_0^z \left[2\frac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial t\partial\tau} + b(x,t,s)u_0(x,t)\right]ds - \right.$$

$$\left. -\langle\int_0^\tau \left[2\frac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial t\partial\tau} + b(x,t,s)u_0(x,t)\right]ds\rangle\right)dz +$$

$$+\left\langle\int_0^\tau \left(\int_0^z \left[2\frac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial t\partial\tau} + b(x,t,s)u_0(x,t)\right]ds - \right.\right.$$

$$\left.\left. -\langle\int_0^\tau \left[2\frac{\partial^2 v_2(x,t,\tau)}{\partial t\partial\tau} + b(x,t,s)u_0(x,t)\right]ds\rangle\right)dz\right\rangle,$$

где $u_0(x,t)$ – решение задачи (1.5) с правой частью $f(x,t)r_0(t)$.

Определение 1. *Задачу о нахождении функции $r(t,\tau)$ класса (I), при которой решение задачи (2.1) на отрезке $(x_0,t), t \in [0,T]$, удовлетворяет условию:*

$$\left\| u_\omega(x_0,t) - q(t) - \frac{1}{\omega}\phi(t) - \frac{1}{\omega^2}\big(\psi(t) + \chi(t,\omega t)\big)\right\|_{C([0,T])} = O(\omega^{-3}), \omega \to \infty, \qquad (2.2)$$

будем называть обратной задачей.

Теорема 2. *Обратная задача имеет единственное решение.*

Замечание 2. *Решение обратной задачи сводится (посредством арифметических операций и операций дифференцирования) к решению уравнения Вольтерра 2-го рода.*

Доказательство. Согласно теореме 1.1 решение задачи Коши (2.1) при известной функции r класса (I) удовлетворяет условию

$$\left\| u_\omega(x,t) - u_0(x,t) - \frac{1}{\omega} u_1(x,t) - \frac{1}{\omega^2}\big(u_2(x,t) + v_2(x,t,\omega t)\big) \right\|_{C(\Pi_M)}$$
$$= O(\omega^{-3}), \omega \to \infty,$$

где u_i, v_i – те же, что в пункте 1. Отсюда, с учетом (2.2), следует асимптотическая формула:

$$u_0(x_0,t) + \frac{1}{\omega} u_1(x_0,t) + \frac{1}{\omega^2}\big(u_2(x_0,t) + v_2(x_0,t,\omega t)\big) =$$
$$= q(t) + \frac{1}{\omega}\phi(t) + \frac{1}{\omega^2}\big(\psi(t) + \chi(t,\omega t)\big) + O(\omega^{-3}). \tag{2.3}$$

Приравняем коэффициенты при степенях $\omega^0, \omega^{-1}, \omega^{-2}$ в равенстве (2.3). Отсюда, с учетом операции усреднения по $\tau, \tau = \omega t$, получим равенства:

$$u_0(x_0,t) = q(t); \tag{2.4}$$
$$u_1(x_0,t) = \phi(t); \tag{2.5}$$
$$u_2(x_0,t) = \psi(t); \tag{2.6}$$
$$v_2(x_0,t,\tau) = \chi(t,\tau). \tag{2.7}$$

В силу пункта 1

$$u_0(x_0,t) = \frac{1}{2}\int_0^t r_0(s) \int_{x_0-(t-s)}^{x_0+(t-s)} f(\xi,s)\, d\xi ds.$$

Отсюда и из (2.4) следует равенство:

$$q(t) = \frac{1}{2}\int_0^t r_0(s) \int_{x_0-(t-s)}^{x_0+(t-s)} f(\xi,s)\, d\xi ds.$$

Продифференцировав его дважды по t, получим уравнение Вольтерра 2-го рода:

$$q''(t) = r_0(t) f(x_0,t)$$
$$+ \frac{1}{2}\int_0^t r_0(s)\left[f'_x(x_0 + (t-s), s) - f'_x(x_0 - (t-s), s)\right] ds,$$

из которого следует существование и единственность непрерывного решения r_0. Теперь продифференцируем (2.7) дважды по переменной τ. В силу (1.6) получим:

$$f(x_0,t) r_1(t,\tau) = \frac{\partial^2 \chi(t,\tau)}{\partial \tau^2}.$$

Таким образом, функция $r_1(t,\tau)$ также определяется единственным образом. В силу условий, наложенных на функции $q(t)$ и $\chi(t,\tau)$, полученная функция $r(t,\tau) = r_0(t) + r_1(t,\tau)$ принадлежит классу (I).

Нетрудно показать, что при найденной функции $r(t,\tau)$ решение задачи Коши (2.1) удовлетворяет требуемой асимптотической формуле (2.2).

Список литературы:

1. Романов, В.Г. Обратные задачи математической физики/В.Г. Романов. – Москва, Наука, 1984.

2. Денисов, А.М. Введение в теорию обратных задач// А.М. Денисов. – Москва: МГУ, 1994.

3. Кабанихин, С.И. Обратные и некорректные задачи/СИ, Кабанихин. – Кабанихин С.И. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008.

4. Ватульян, А.О. Коэффициентные обратные задачи механики/А.О. Ватульян. – Изв. Москва: Физматлит, 2019.

5. Бабич, П.В. Восстановление быстро осциллирующего свободного члена в уравнении теплопроводности по асимптотике решения/П.В. Бабич, В.Б. Левенсштам, С.П. Прика//ЖВМиМФ, 2006, Т. 57, № 12, с. 1908– 1918

6. Бабич, П.В., Левенсштам В.Б. Восстановление быстро осциллирующего свободного члена в многомерном гиперболическом уравнении/П.В. Бабич //Математические заметки, 2018, Т. 104, № 4, с. 489– 497.

7. Левенштам, В.Б. параболические уравнения с большим параметром. Обратные задачи/В.Б. Левенштам // Математические заметки, 2020, Т. 107, № 3, с. 107.

УДК 517.96

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ РЕШЕТЧАТЫХ МОДЕЛЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ КЛАССИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Московченко Е.Ю. *Белгородский государственный университет, Российская Федерация, г. Белгород, e-mail: 1079708@bsu.edu.ru*

Вирченко Ю.П., *доктор физико-математических наук, профессор, Белгородский государственный университет, Российская Федерация, г. Белгород, e-mail: virch@bsu.edu.ru*

Аннотация. *Целью работы является теоретическое исследование на основе методов статистической механики классических (не квантовых) систем класса математических моделей кристаллических твердых тел с точечными дефектами. Изучаются решетчатые модели статистической механики классических систем многих частиц с суммируемым парным потенциалом взаимодействия, которые, с физической точки зрения, описывают так называемые твердотельные растворы частиц с внутренним векторным фазовым пространством каждой частицы. Задачей исследования является получение системы уравнений для статистических характеристик каждой* *из систем в так называемом термодинамическом пределе, то есть при условии, что объем системы стремится к бесконечности. Результатом исследования является вывод системы уравнений для частных плотностей распределений вероятностей случайного расслоенного точечного поля Гиббса на решетке. Эта система уравнений аналогична системе уравнений Кирквуда-Зальцбурга, которая применяется для исследования непрерывных систем статистической механики. Развиваемый в работе подход исследования систем статистической механики указанного типа открывает новое направление в статистической математической физике. Оно направлено на изучение бифуркаций распределений вероятностей случайных точечных полей, которые, физической точки зрения, моделируют, в рамках формализма статистической физики, фазовые переходы в системах многих частиц.*

Ключевые слова: *статистическая механика, распределения Гиббса, решетчатые системы, уравнения Кирквуда-Зальцбурга, статистическая сумма, термодинамический предел, гамильтониан, периодические условия.*

INTEGRAL EQUATIONS OF LATTICE MODELS OF STATISTICAL MECHANICS OF CLASSICAL SYSTEMS

MoskovchenkoE.Yu., *Belgorod State University,*
Russian federation, Belgorod, e-mail: 1079708@bsu.edu.ru

VirchenkoYu.P., *doctor of physical and mathematical sciences, professor,*
Belgorod Research University, Russian federation, Belgorod
e-mail: virch@bsu.edu.ru

Abstract. *The aim of proposed work consists of theoretical investigation of the class of mathematical models of crystalline solids with containing point defects. It is done on the basis on statistical mechanics methods of classical (not quantum) systems. The lattice many-particle models of statistical mechanics of classical systems with summated pair interaction potential is studied. From physical viewpoint, such systems describe so-called solid solutions of particles with an internal vector phase space of each particle. The investigation problem consists of the obtaining of the equation system for statistical characteristics of each such a statistical system at so-called thermodynamic limit. It is mean that the system volume tends to infinity. The result of our investigation is the equation system for marginal probability distribution densities of random bundle Gibbs point field on the lattice. This equation system is analogous to the Kirkwood-Salsburg equation system which is applied for the investigation of continuous system in statistical mechanics The investigation approach the is developed in the work gives the new direction for the study of pointed out statistical systems in frames of statistical mathematical systems. From physical viewpoint, it is purposed to the study of bifurcations of probability distributions of random Gibbs point fields which are mathematical models of the phase transitions in many-particle systems in frames statistical physics formalism.*

Keywords: *statistical mechanics, Gibbs' distributions, lattice systems, Kirkwood-Salzburg's equations, partition function, thermodynamic limit, hamiltonian, periodic conditions.*

Введение. Математическим объектом изучения в равновесной статистической механике являются гиббсовские вероятностные меры. В настоящей работе рассматриваются гиббсовские меры, связанные с так называемыми решетчатыми системы, которые являются математическими моделями систем многих частиц в физике твердого тела. Для решетчатых моделей меры определяются посредством задания семейства согласованных между собой частных распределений вероятностей $P_\Lambda[\cdot]$ на пространствах элементарных событий $\Omega(\Lambda)$, каждое из которых сопоставляется множеству $\Lambda \subset \mathbb{Z}^d$, $|\Lambda| < \infty$, $d = 1, 2, 3$, принадлежащему специальному классу конечных подмножеств в $\mathbb{Z}^d$. Тогда гиббсовская мера $P[\Sigma]$ случайного события Σ, связанного с фиксированным конечным множеством $\Lambda \subset \mathbb{Z}^d$, определяется как совокупность предельных значений последовательности $\langle P_\Lambda[\Sigma];\ \Lambda \subset \mathbb{Z}^d \rangle, \Sigma \subset \Omega(\Lambda)$, которая соответствует расширяющейся последовательности множеств $\Lambda \to \mathbb{Z}^d$. Такие предельные значения называются термодинамически предельными.

Одной из задач статистической механики является вычисление статистических характеристик предельных значений $P[\Sigma]$. Один из подходов к решению этой задачи состоит в нахождении подходящей системы уравнений, связывающих предельные значения $P[\Sigma]$. В простейшем случае решетчатых моделей, которые соответствуют гиббсовским точечным случайным полям и называются «решеточным газом», такой системой уравнений являются интегральные уравнения, которые применялись для исследования моделей статистической механики в работах [1-3], а также ее видоизменение в работе [4]. В последнем случае система уравнений, аналогична системе уравнений Кирквуда-Зальцбурга [5], используемой при изучении непрерывных моделей статистической механики. Настоящая работа посвящена выводу системы интегральных уравнений, которая представляет собой обобщение систем уравнений, полученных в цитируемых работах, на случай решетчатых систем, которые представляют собой векторные расслоения гиббсовских точечных случайных полей.

2. Векторные решетчатые модели статистической механики и расслоенные гиббсовские точечные случайные поля. Определим для каждого множества Λ вероятностные пространства $\langle \mathfrak{S}(\Lambda), \boldsymbol{P}_\Lambda \rangle$ решетчатых систем статистической механики, где $\mathfrak{S}(\Lambda)$- пространство состояний системы (пространство элементарных случайных событий) и $\boldsymbol{P}_\Lambda$ - нормированная мера, заданная в соответствии со структурой измеримости на $\Omega(\Lambda)$.

Прежде всего, опишем класс подмножеств $\Lambda \equiv \Lambda(L) \subset \mathbb{Z}^d$. Определим для любого $L \in \mathbb{N}_+$ множество $\Lambda(L) = \{0, 1, \dots, L\}^d - a_L\langle 1, \dots, 1\rangle$ с $a_L = \frac{L}{2}$, если L - четное, и $\frac{L-1}{2}$, если L - нечетное. При этом для любого L имеет место включение $\Lambda(L + 1) \supset \Lambda(L)$ и $\bigcup_{L=0}^{\infty} \Lambda(L) = \mathbb{Z}^d$. Число L будем называть размером множества $\Lambda(L)$. При этом число точек в множестве Λ с размером L равно $|\Lambda| \equiv (L + 1)^d$.

Пространства состояний решетчатых систем статистической механики для каждого из указанных выше множеств Λ представляются в виде прямого произведения

$$\mathfrak{S}(\Lambda) = \bigotimes_{\boldsymbol{x}\in\Lambda(L)} \mathfrak{S}(\{\boldsymbol{x}\}) \tag{1}$$

В формуле (1) подразумевается, что на пространстве состояний $\mathfrak{S}(\Lambda)$ имеется структура измеримости и на ней определен интеграл по σ -аддитивной мере. При этом измеримые множества определяются как прямые произведения измеримых множеств в каждом из пространств $\mathfrak{S}(\{\boldsymbol{x}\})$ состояний с $\boldsymbol{x} \in \Lambda$, а мера на $\mathfrak{S}(\Lambda)$ определяется как произведение мер $\prod_{\boldsymbol{x}\in\Lambda} dm(\boldsymbol{x})$, где входящие в это произведение меры $dm(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in \Lambda$ эквивалентны. Тогда гиббсовские распределения вероятностей $\boldsymbol{P}_\Lambda[\Sigma]$ случайных событий $\Xi \subset \mathfrak{S}(\Lambda)$ для систем статистической механики определяются, для каждого $\Lambda(L)$ посредствомформулы

$$\boldsymbol{P}_\Lambda[\Xi] = Q^{-1}(\Lambda)\int_{\Xi} exp(-\frac{H_\Lambda}{T})\prod_{\boldsymbol{x}\in\Lambda} dm(\boldsymbol{x}) \ , \tag{2}$$

$$Q(\Lambda) = \int_{\mathfrak{S}(\Lambda)} exp(-\frac{H_\Lambda}{T})\prod_{\boldsymbol{x}\in\Lambda} dm(\boldsymbol{x}) \ . \tag{3}$$

на основе задания функционала $H_\Lambda[\cdot]$ на пространстве состояний $\mathfrak{S}(\Lambda)$. Здесь параметр $T > 0$, с физической точки зрения, соответствует температуре. Функционал $H_\Lambda[\cdot]$ называется гамильтонианом системы.

Для решетчатых моделей пространство состояний $\mathfrak{S}(\{\boldsymbol{x}\})$в каждой точке $\boldsymbol{x} \in \Lambda(L)$ определяется формулой $\mathfrak{S}(\{\boldsymbol{x}\}) = \{\langle\rho(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})\rangle : \rho(\boldsymbol{x}) \in \{0, 1\}, \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}) \in \mathbb{R}^n, \boldsymbol{s}^2(\boldsymbol{x}) \le s^2\}$, $s \in (0, \infty)$, $n \in \mathbb{N}$ так, что все пространство$\mathfrak{S}(\Lambda)$ представляет собой множество пар$\langle\rho(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})\rangle$ функций на $\Lambda(L)$, из которых $\rho(\boldsymbol{x})$ – дихотомическая функция со значениями $\{0, 1\}$ и $\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})$ - векторное поле на $\Lambda(L)$ со значениями в $\mathbb{R}^n, n = 1, 2, 3$. Функционал$H_\Lambda[\cdot]$ сопоставляет каждой такой паре действительное число из $\mathbb{R}$. Поэтому каждое его значение, сопоставляемое паре $\langle\rho(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})\rangle$, мы далее, обозначаем посредством $H_\Lambda[\rho, \boldsymbol{s}]$.

В свою очередь, для рассматриваемых нами моделей измеримые множества в каждом из пространств $\mathfrak{S}(\{\boldsymbol{x}\}), \boldsymbol{x} \in \Lambda$ определяются измеримыми по Лебегу множествами в $\mathbb{R}^n$ как при значении $\rho(\boldsymbol{x}) = 0$, так и при значении $\rho(\boldsymbol{x}) = 1$. Дифференциал меры $dm(\boldsymbol{x})$ на каждом из этих пространств определяется, независимо от значения $\rho = \rho(\boldsymbol{x}) \in \{0, 1\}$, сферически симметричной плотностью $f(s)$, сосредоточенной на [0, s]. Для фиксированной точки $\boldsymbol{x} \in \Lambda$, части $s^{n-1} ds d\Omega$ сферического слоя, содержащего $\boldsymbol{s} \in \mathbb{R}^n, |\boldsymbol{s}| = s$ мера определяется дифференциалом телесного угла $d\Omega$ так, что соответствует дифференциал $w(s)s^{n-1} ds d\Omega \equiv w(\boldsymbol{s}) ds$ меры в $\mathfrak{S}(\{\boldsymbol{x}\})$. Таким образом, в соответствии с формулами (2), (3), гиббсовское распределение вероятностей для измеримых множеств Ξ в пространстве $\mathfrak{S}(\Lambda)$ векторных моделей определяется следующим образом:

$$\boldsymbol{P}_{\Lambda}[\Xi] = Q^{-1}(\Lambda) \sum_{\substack{\rho(\boldsymbol{x})\in\{0,1\}^{\Lambda}\\ \langle\rho,\boldsymbol{s}\rangle\in\Xi}} \int_{\Sigma[\rho]} \exp\left(-\frac{H_{\Lambda}[\rho,\boldsymbol{s}]}{T}\right)\prod_{\boldsymbol{x}\in\Lambda} w\left(s(\boldsymbol{x})\right)d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})$$

$$Q(\Lambda) = \sum_{\rho(\boldsymbol{x})\in\{0,1\}^{\Lambda}} \int_{(Rn)|\Lambda|} \exp\left(-\frac{H_{\Lambda}[\rho,\boldsymbol{s}]}{T}\right)\prod_{\boldsymbol{x}\in\Lambda} w\left(s(\boldsymbol{x})\right)d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})$$

где $|\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})| = s(\boldsymbol{x})$ и введено обозначение $\Xi[\rho] = \{\langle\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}); \boldsymbol{x} \in \Lambda\rangle: \langle\langle\rho(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})\rangle;\ \boldsymbol{x} \in \Lambda\rangle \in \Xi\}$. Далее, мы исследуем модели гамильтонианами вида

$$H_{\Lambda}[\rho,\boldsymbol{s}] = -\sum_{x\in\Lambda} \rho(\boldsymbol{x})(\mu + (\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{h})$$

$$+\frac{1}{2}\sum_{\boldsymbol{x},\boldsymbol{y}\in\Lambda^2} U(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{y})\rho(\boldsymbol{x})I\big(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\big)\rho(\boldsymbol{y}) \quad (4)$$

Здесь в первом слагаемом: параметр μ, называемый химическим потенциалом, принимает значения в $\mathbb{R}$, $(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{h})$ обозначает скалярное произведение вектора $\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})$ и постоянного вектора $\boldsymbol{h} \in \mathbb{R}^n$; а во втором слагаемом: функция $U(\cdot): \mathbb{Z}^d \to \mathbb{R}$, называемая потенциалом взаимодействия, такова, что $U(0) = 0$, обладает свойством центральной симметрии $U(-\boldsymbol{x}) = U(\boldsymbol{x})$, и является суммируемой $\sum_{\mathbf{x}\in\mathbb{Z}^d}|\mathrm{U}(\mathbf{x})| < \infty$. Кроме того,функция $I(\cdot,\cdot)$ является симметричной относительно перестановок аргументов и ограниченной $|I(\boldsymbol{s}_1,\boldsymbol{s}_2)| \le I, \boldsymbol{s}_j \in \mathbb{R}^n$, $j = 1,2$ некоторой постоянной $I > 0$. Функция $I(\cdot,\cdot)$ предполагается зависящей только от инвариантов пары векторов $\langle\boldsymbol{s}_1,\boldsymbol{s}_2\rangle$, то есть от переменных $\boldsymbol{s}_1^2, \boldsymbol{s}_2^2$ и скалярного произведения $(\boldsymbol{s}_1,\boldsymbol{s}_2)$.

Для каждой дихотомической функции $\rho(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in \Lambda$, введем класс измеримых в $(\mathbb{R}^n)^{|X|}$ множеств $\Sigma(X), X \subset \Lambda, X = \{\boldsymbol{x} \in \Lambda: \rho(\boldsymbol{x}) = 1\}$. Тогда вероятность случайного события $\Xi[\rho,\Sigma(X)]$ определяется формулой

$$\Pr\{\Xi[\rho,\Sigma(X)]\} = Q^{-1}(\Lambda)\sum_{\rho\in\{0,1\}^{\Lambda}}\left(\prod_{\boldsymbol{x}\in X}\rho(\boldsymbol{x})\right)\times$$

$$\times \int_{\langle\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y});\,\boldsymbol{y}\in X\rangle\in\Sigma(X)} \int_{\substack{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n;\\ \boldsymbol{y}\in\Lambda\setminus X}} \exp\left(-\frac{H_{\Lambda}[\rho,\boldsymbol{s}]}{T}\right)\prod_{\boldsymbol{y}\in\Lambda} w\left(s(\boldsymbol{y})\right)d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}) \quad (5)$$

В частности, вероятности $P(X) = Pr\{\tilde{\rho}(\boldsymbol{x}) = 1;\ \boldsymbol{x} \in X\}$, событий $\Xi\left[\rho,\mathbb{R}^{|X|}\right]$ вычисляются, согласно этой формуле, следующим образом

$$P(X)$$

$$= Q^{-1}(\Lambda) \sum_{\rho\in\{0,1\}^{\Lambda}} \left(\prod_{\boldsymbol{x}\in X} \rho(\boldsymbol{x})\right) \int_{\substack{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n:\\ \boldsymbol{y}\in\Lambda}} \exp\left(-\frac{H_\Lambda[\rho,\boldsymbol{s}]}{T}\right) \prod_{\boldsymbol{y}\in\Lambda} w\left(s(\boldsymbol{y})\right) d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}).$$

Для каждого $X \subset \Lambda,\ X \neq \emptyset$ введем плотности $p_\Lambda(X; \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\ \boldsymbol{x} \in X)$ распределения вероятностей (5), зависящие от $|X|$, которые определяют векторные аргументы $\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in X.$ Они выражаются производными по мере $\prod_{\boldsymbol{x}\in X} d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})$ множества $\Sigma(X)$,

$$p_\Lambda(X; \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in X)$$
$$= Q^{-1}(\Lambda) \sum_{\rho\in\{0,1\}^{\Lambda}} \left(\prod_{\boldsymbol{x}\in X} \rho(\boldsymbol{x})\, w\left(s(\boldsymbol{x})\right)\right) \times$$
$$\times \int_{\substack{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n:\\ \boldsymbol{y}\in\Lambda\setminus X}} \exp\left(-\frac{H_\Lambda[\rho,\boldsymbol{s}]}{T}\right) \prod_{\boldsymbol{y}\in\Lambda\setminus X} w\left(s(\boldsymbol{y})\right) d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}), \qquad (6)$$

то есть каждая из вероятностей $P(X)$ представляется интегралом по соответствующей плотности $p_\Lambda(X; \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in X)$,

$$P(X) = \int_{\substack{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n:\\ \boldsymbol{y}\in Y}} p_\Lambda(X; \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in X) \prod_{\boldsymbol{y}\in Y} w\left(s(\boldsymbol{y})\right) d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})$$

Формулу (6) можно записать в иной форме, более удобной для цели настоящего исследования. Сопоставив каждой функции $\rho(\boldsymbol{x})$, множество $Z = \{\boldsymbol{z} \in \Lambda: \rho(\boldsymbol{z}) = 1\}$, запишем формулу (4) для гамильтониана системы в виде

$$H_\Lambda[\rho(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{s}] \equiv H_\Lambda(Z;\ \boldsymbol{s})$$
$$= -\sum_{\boldsymbol{z}\in Z} (\mu + (\boldsymbol{s}(\boldsymbol{z}), \boldsymbol{h})) + \frac{1}{2} \sum_{\langle x,\boldsymbol{y}\rangle\in Z} U(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{y}) I(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}))$$

Тогда плотность $p_\Lambda(X; \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in X)$ в терминах такой функции $H(Z), Z \subset \Lambda$ записывается как

$$p_\Lambda(X; \boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{x} \in X) = Q^{-1}(\Lambda) \left[\prod_{\boldsymbol{x}\in X} z w\left(s(\boldsymbol{x})\right) \exp\left(\frac{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}), \boldsymbol{h}}{T}\right)\right] \times$$
$$\times \sum_{Y\subset\Lambda\setminus X} z^{|Y|} \int_{\substack{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n:\\ \boldsymbol{y}\in Y}} exp\ (-U_\Lambda(X$$
$$\cup Y; \boldsymbol{s})/T) \prod_{\boldsymbol{y}\in Y} w\left(s(\boldsymbol{y})\right) exp\left(\frac{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}), \boldsymbol{h}}{T}\right) d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}), \qquad (7)$$

$$Q(\Lambda) = \sum_{X\subset\Lambda} z^{|X|} \int_{s(\boldsymbol{x});x\in X} \exp(-\frac{U_\Lambda(X;\boldsymbol{s})}{T})$$
$$\prod_{\boldsymbol{x}\in X} w(s(\boldsymbol{x}))exp\left(\frac{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{h}}{T}\right)d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),$$
где $z = e^{\frac{\mu}{T}}$ и $U_\Lambda(Z;\boldsymbol{s}) = \frac{1}{2}\sum_{\langle \boldsymbol{x},\boldsymbol{y}\in Z\rangle} U\,(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{y})I\big(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\big)$

Здесь мы ввели обозначение плотностей, явно указывая их зависимость от параметра $z \in \mathbb{R}_+$.

Обозначим посредством $\mathfrak{E}_\Lambda$ пространство всех наборов $\mathrm{p}_\Lambda = \langle p_\Lambda(X,z;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{x}\in X): \emptyset \neq X \subset \Lambda\rangle$ наборов размерности $2^{|\Lambda|}-1$, состоящих из всевозможных плотностей вида (7).

3. Интегральные уравнения для статистических характристик. Выведем систему уравнений для статистических характеристик вероятностей $p_\Lambda(X,z)$ модели решеточного газа с парным потенциалом U , аналогичную системе, введенной в работе [4], при изучении модели решеточного газа.

Пусть $X = \{\boldsymbol{x}: \rho(\boldsymbol{x}) = 1\} \subset \Lambda$. Воспользовавшись формулой (7), запишем выражение (5) для статистических характеристик $f_m^{(\Lambda)}(X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{x}\in X)$ запишем в следующем виде:

$$f_m^{(\Lambda)}(X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{x}\in X) = Q_\Lambda^{-1} \sum_{Y\subset\Lambda\setminus X} (\prod_{\boldsymbol{x}\in X} w(s(\boldsymbol{x}))) \times$$
$$\times \int_{\substack{\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n:\\ \boldsymbol{y}\in Y}} exp(-\frac{H_\Lambda(X\cup Y;\boldsymbol{s})}{T}) \prod_{\boldsymbol{y}\in Y} w\,(s(\boldsymbol{y}))d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})$$

Введем в рассмотрение функцию $K(\boldsymbol{x}_1-\boldsymbol{x}_2;\boldsymbol{s}_1,\boldsymbol{s}_2) = exp(-U(\boldsymbol{x}_1 - \boldsymbol{x}_2)I(\boldsymbol{s}_1,\boldsymbol{s}_2)/T\,)-1$, определенную для каждых $\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{x}_2 \in \mathbb{Z}^d, \boldsymbol{s}_1,\boldsymbol{s}_2 \in \mathbb{R}^n$, а также функцию на $\mathbb{Z}^d \times \mathfrak{P}(\mathbb{Z}^d)$, где $\mathfrak{P}(\mathbb{Z}^d)$ - семейство всех конечных подмножеств $\mathbb{Z}^d$:

$$W_\Lambda(\boldsymbol{x};X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in X) = exp\left([(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{h}) - \sum_{\substack{\boldsymbol{x}\in X,\boldsymbol{y}\in\mathbb{Z}^d:\\ \boldsymbol{x}\neq P_\Lambda\boldsymbol{y}\in X}} U(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{y})I(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{s}(P_\Lambda\boldsymbol{y}))]/T)\right)$$
$$W_\Lambda(\boldsymbol{x};\emptyset) = 1.$$

Определим функцию

$$K(\boldsymbol{x},\boldsymbol{s};Y;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in Y) = \left\{\prod_{\boldsymbol{y}\in Y} K(\boldsymbol{x}-\boldsymbol{y};\boldsymbol{s},\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in Y), \text{при } |Y|>0\,; 1, \text{при } |Y|=0\right\}$$

Наконец, введем в рассмотрение пространство $\mathfrak{E}_\Lambda$ всех наборов $\langle f_m^{(\Lambda)}(X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{x}\in X):\emptyset\neq X\subset\Lambda\rangle$ функций с $\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x})\in\mathbb{R}^n,\ \boldsymbol{x}\in\Lambda$. Тогда справедлива

$$f_{m+1}^{(\Lambda)}(X\cup\{\boldsymbol{x}\};\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in X\cup\{\boldsymbol{x}\}) = w(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}))W\Lambda(\boldsymbol{x};X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in X)\times$$
$$\times Q_\Lambda^{-1}\sum_{Y\subset\Lambda\setminus X\cup\{\boldsymbol{x}\}}\ \sum_{\substack{Z:\,Y\subset Z,\\ Z\subset\Lambda\setminus X\cup\{\boldsymbol{x}\}}}\Big(\prod_{\boldsymbol{y}\in Y}w(s(\boldsymbol{y}))\Big)\int_{\substack{s(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}^n:\\ \boldsymbol{y}\in Y}}K(\boldsymbol{x},\boldsymbol{s};Y;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in Y)$$
$$\times\, exp\Big(-\frac{H_\Lambda(X\cup Y;\boldsymbol{s})}{T}\Big)\prod_{\boldsymbol{y}\in Y}w(s(\boldsymbol{y}))d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})$$

Теорема. *Набор плотностей распределения для векторных решетчатых моделей удовлетворяет системе интегральных уравнений Фредгольма 2-го рода в пространстве* $\mathfrak{E}_\Lambda$ *всех наборов* $\left\langle f_m^{(\Lambda)}(X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}),\boldsymbol{x}\in X):\emptyset\neq X\subset\Lambda\right\rangle$, *для которых* существуют *предельные при термодинамическом предельном переходе* $\Lambda\to\mathbb{Z}^d$ *функции* $f_m(X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in X),m\in\mathbb{N},\emptyset\neq X\subset\mathbb{Z}^d$. *Эти предельные функции удовлетворяют следующей системе интегральных уравнений:*

$$f_{m+1}(X\cup\{\boldsymbol{x}\};\ \boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in X\cup\{\boldsymbol{x}\}) =$$
$$= w(\boldsymbol{s}(\boldsymbol{x}))W\,(\boldsymbol{x};\ X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in X)\ \times[f_m(X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{z}),\boldsymbol{z}\in X)-f_{m+1}(\{\boldsymbol{x}\}\cup X;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{z}),$$
$$\boldsymbol{z}\in X\cup\{\boldsymbol{x}\})+\sum_{Y\subset\Lambda\setminus(X\cup\{\boldsymbol{x}\})}\int_{\substack{s(\boldsymbol{y})\in\mathbb{R}_n:\\ \boldsymbol{y}\in Y}}K(\boldsymbol{x},\boldsymbol{s};Y;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y}),\boldsymbol{y}\in Y)\times$$
$$\times[f_{m+|Y|}(X\cup Y;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{z}),\boldsymbol{z}\in X\cup Y)-f_{m+1+|Y|}(\{\boldsymbol{x}\}\cup X\cup Y;\boldsymbol{s}(\boldsymbol{z}),$$
$$\boldsymbol{z}\in X\cup Y\cup\{\boldsymbol{x}\})]\prod_{\boldsymbol{y}\in Y}d\boldsymbol{s}(\boldsymbol{y})].$$

Полученная система уравнений может рассматриваться как видоизменение известной системы интегральных уравнений Кирквуда-Зальцбурга [3], [5] в статистической механике непрерывных моделей.

Заключение. Изучение фазовых переходов в рамках формализма статистической механики, с неизбежностью, приводит к необходимости изучения поведения полного набора статистических характеристик в термодинамическом пределе. Однако, их изучение непосредственно на основе определяющих формул, весьма затруднительно, ввиду того, что эти формулы представляют собой отношение двух экспоненциально растущих при $\Lambda\to\mathbb{Z}^d$ функционалов. Поэтому, более перспективным является путь исследования, основанный на термодинамически предельных системах уравнений, которым подчинены эти наборы статистических характеристик. В настоящей работе мы нашли такую систему уравнений для векторных решетчатых моделей статистической механики. В дальнейшем, важно развить спектральную теорию [2] этой системы уравнений, а также получить для нее аналог системы Добрушина - Галлавотти - Миракль-Соль [1], [4] и на ее основе - оценки области разрешимости.

Список литературы

1. Добрушин, Р.Л. Гиббсовские случайные поля для решетчатых систем с попарным взаимодействием. Функциональный анализ и его приложения/Р.Л. Добрушин. – 1968. - 4;1. - С.31- 43.
2. Пастур, Л.А. Спектральная теория уравнений Кирквуда-Зальцбурга в конечном объеме. Теорет. и матем. Физика/Л.А. Пастур// 1974. - 18;2. - С.233-242.
3. Ruelle D. Statistical Mechanics. Rigorous Results. - New York-Amsterdam: W.A. Benjamin, Inc.,1969.
4. Gallavotti, G. Statistical Mechanics of Lattice Systems. Commun. Math. Phys. / Gallavotti, G., S. Miracle-Sole//1967. -5. - P.317-323.
5. Kirkwood, J. G., Salsburg Z. W. The statistical mechanical theory of molecular distribution functions in liquids. Discussion of the FaradaySociety/J.G. Kirkwood, Z.W. Salsburg// 1953. - 15;1. - P.28-34.

УДК 517

К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ СТАЦИОНАРНОГО РЕШЕНИЯ В МИГРАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ

Половинкина М.В., *кандидат физико-математических наук,*
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, e-mail: polovinkina-marina@yandex.ru

Половинкин И.П., *кандидат физико-математических наук,*
Воронежский государственный университет, г. Воронеж;
Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, г.Белгород, e-mail: polovinkin@yandex.ru

Рабееах С.А., *Воронежский государственный университет, г. Воронеж;*

Аннотация. *Рассматривается вопрос о влиянии миграционных процессов на устойчивость стационарных решений в моделях роста и распространения. Выявлено положительное влияние миграционных процессов в малых областях на устойчивость стационарных решений.*

Ключевые слова: *модели роста и распространения, стационарное решение, устойчивость, функция Ляпунова.*

ON THE QUESTION OF THE STABILITY OF A STATIONARY SOLUTION IN MIGRATION MODELS

***Polovinkina M. V.**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh
e-mail: polovinkina-marina@yandex.ru

***Polovinkin I. P.**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,*
Voronezh State University, Voronezh,

***Rabeeakh S.A.**, Voronezh State University, Voronezh,*

***Annotation**. The question of the influence of migration processes on the stability of stationary solutions in growth and distribution models is considered. The positive influence of migration processes in small areas on the stability of stationary solutions has been revealed.*
***Keywords:** growth and propagation models, stationary solution, stability, Lyapunov function.*

Введение. Работа посвящена проблеме устойчивости стационарных решений дифференциальных уравнений и систем уравнений в частных производных, которые используются при математическом моделировании биологических, социальных, макроэкономических процессов. Такие уравнения возникают при описании количественного роста и распространения (диффузии) популяций, в том числе человеческих.

Первую модель роста населения в виде дифференциального уравнения приписывают Т.Р. Мальтусу (1798). Эта модель строится в предположении, что темпы прироста населения пропорциональны его численности. Динамика численности такой популяции описывается обыкновенным дифференциальным уравнением (см., например, [8])

$$\frac{du}{dt} = Au,$$

где A - собственная скорость естественного прироста населения. Решая это уравнение, мы получаем показательную функцию, то есть с течением времени население стремительно растет по экспоненциальному закону (по закону геометрической прогрессии в случае дискретных измерений). Согласно этому закону, изолированная популяция развивалась бы в условиях неограниченных ресурсов. В природе таких условий никогда не бывает. Уравнение Мальтуса достаточно точно описывает динамику искусственно созданных и поддерживаемых условий избытка пищи и места обитания простейших, например, пенициллиновых грибов, выращенных в культиваторе, вплоть до истощения питательной среды. Процесс же роста населения оно адекватно описывает только в течение ограниченного периода времени, так как наступает время, когда растущее население исчерпает имеющиеся ресурсы. Численность населения может стабилизироваться на некотором постоянном уровне; она может испытывать регулярные или нерегулярные колебания, или может сокращаться. Поведение популяции, численность которой стабилизируется на некотором устойчивом уровне, часто описывается с помощью логистического уравнения, предложенного П.Ф. Ферхюльстом (1838):

$$\frac{du}{dt} = ru\left(1 - \frac{u}{K}\right).$$

Исследование решения этого уравнения показывает, что при малых значениях u оно с достаточной точностью может быть заменено уравнением Мальтуса, и рост является взрывным экспоненциальным, с увеличением значения *t* количество *u (t)* приближается к постоянному значению *K*, называемому емкостью экологической ниши населения. Хорошо известно, что тривиальное стационарное решение $u \equiv 0$ уравнения Ферхюльста неустойчиво. Это легко проверить, используя первое линейное приближение.

В 1921 г. Г. Хотеллинг предложил для описания популяций животных и людей учитывать кроме логистического закона еще и миграционные закономерности (см., напр., [13]). Для этого он предложил уравнение вида

$$\frac{\partial p}{\partial t} = A(\xi - p)p + B\Delta p,$$

где Δ - оператор Лапласа. Модель строилась на основе принципа Мальтуса, в соответствии с которым рост популяции моделировался как логический процесс, и теории Фурье распространения тепла, которая послужила источником построения модели миграционных процессов. Вводилось понятие насыщенной плотности популяции, и если реальная плотность была выше, популяция уменьшалась, а если ниже, то увеличивалась. Обоснование пространственной диффузии строилось на том, что при увеличении популяции (рабочей силы) сокращается выпуск продукции на душу населения, при этом происходит уменьшение доходов, и люди движутся из более населенных мест к менее населенным.

Цель исследования. В монографии Т. Пу (см. [13]) рассматривался вопрос о достаточных условиях устойчивости стационарного решения уравнения Хотеллинга. При этом условия утверждений о достаточных условиях устойчивости несколько завышены. Цель настоящей работы состоит в том, чтобы показать, что устойчивость стационарного решения уравнения Хотеллинга с модификацией Т.Пу будет иметь место и при чуть менее жестких ограничениях. Мы добиваемся этого с помощью учета геометрии области, в которой рассматривается уравнение.

Методика и организация исследования.

Рассмотрим в плоскости переменных x_1 и x_2 ограниченную область Ω с кусочно-гладкой границей Γ и диаметром *d* (см. [13]). Рассмотрим теперь, следуя [13], в данной области уравнение Хотеллинга в виде:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = (1-p)p + \Delta p + (\vec{u} + p\,\vec{v}) \cdot \nabla p\,, \qquad (1)$$

где $p = p(x_1, x_2, t)$ - плотность популяции, $\vec{u}, \vec{v}$ - два постоянных вектора, определяющих интенсивность и направления автономных компонентов перемещения,

$$\Delta p = \nabla^2 p = \frac{\partial^2 p}{\partial x_1^{\;2}} + \frac{\partial^2 p}{\partial x_2^{\;2}}.$$

Пусть π - стационарное решение уравнения (1), то есть решение уравнения:

$$(1-\pi)\pi + \Delta\pi + (\vec{u} + \pi\vec{v}) \cdot \nabla\pi = 0 \qquad \left(\frac{\partial \pi}{\partial t} = 0\right).$$

Пусть $z = p - \pi$ - малое отклонение от стационарного решения. Тогда

$$p = \pi + z. \tag{2}$$

Подставив выражение (2) в уравнение (1), получим:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = (1-\pi-z)(\pi+z) + \Delta\pi + \Delta z + (\vec{u} + (\pi+z)\vec{v}) \cdot (\nabla\pi + \nabla z) = (1-\pi)\pi + \Delta\pi +$$

$$+ (\vec{u} + \pi\vec{v}) \cdot \nabla\pi + (1-2\pi)z + \Delta z + (\vec{u} + \pi\vec{v} + z\vec{v})\nabla z - z^2 + z\vec{v}\,\nabla\pi$$

Учитывая, что π является стационарным решением, получим:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = (1-2\pi)z + \Delta z + (\vec{u} + \pi\vec{v} + z\vec{v}) + \nabla z + z\vec{v}\,\nabla\pi - z^2 \tag{3}$$

Для исследования устойчивости стационарного решения умножим полученное уравнение (3) на z и проинтегрируем по области Ω, в которой рассматривается уравнение (1). После этого получим

$$\iint\limits_{\Omega} z\frac{\partial z}{\partial t}dx = \iint\limits_{\Omega} (1-2\pi)z^2 dx + \iint\limits_{\Omega} z\Delta z dx + \iint\limits_{\Omega} z\left(\vec{u} + \pi\vec{v} + z\vec{v}\right)\nabla z dx + + \iint\limits_{\Omega} z^2\vec{v}\nabla\pi dx - \iint\limits_{\Omega} z^3 dx$$

Здесь и далее мы полагаем $dx = dx_1 dx_2$. Рассмотрим в отдельности слагаемые, которые появятся при интегрировании. Будем при этом исходить из того, что на границе $\Gamma = \partial\Omega$ решение p и стационарное решение π или же их нормальные производные принимают одинаковые значения. Поэтому отклонение z на границе Γ принимает нулевые значения. По формуле Грина имеем:

$$\iint\limits_{\Omega} z\Delta z dx = -\iint\limits_{\Omega} (\nabla z)^2 dx + \int\limits_{\partial\Omega} z\frac{\partial z}{\partial \nu} ds = -\iint\limits_{\Gamma} (\nabla z)^2 dx$$

Здесь ds - элемент дуги границы $\Gamma = \partial\Omega$. Далее имеем:

$$z\vec{u}\,\nabla z = \frac{1}{2}\sum_i \frac{\partial}{\partial x_i}(u_i z^2) = \frac{1}{2}div(z^2\vec{u}).$$

Отсюда по формуле Гаусса-Остроградского получим:

$$\iint\limits_{\Omega} \vec{u}\, z\Delta z dx = \frac{1}{2}\iint\limits_{\Omega} div(z^2\vec{u})dx = \frac{1}{2}\int\limits_{\Gamma} z^2\vec{u}\cdot\vec{k}\cdot ds = 0,$$

где $\vec{k}$ - единичный внешний нормальный вектор к Г. Для интеграла от произведения $z^2 \vec{v} \nabla z$ аналогичным образом получим:

$$\iint_\Omega z^2 \vec{v} \nabla z dx = \frac{1}{3}\int_\Omega div(z^3 \vec{u}) \cdot dx = \frac{1}{3}\int_\Omega z^3 \vec{u} \cdot \vec{k} \cdot ds = 0.$$

Наконец,

$$\iint_\Omega z\pi \vec{v} \Delta z dx = \iint_\Omega \pi \sum_i v_i z \frac{\partial z}{\partial x_i} dx = \frac{1}{2}\iint_\Omega \pi \sum_i \frac{\partial}{\partial x_i}(v_i z^2) dx = \frac{1}{2}\iint_\Omega \sum_i \frac{\partial}{\partial x_i}(v_i \pi z^2) dx -$$

$$-\frac{1}{2}\iint_\Omega \sum_i v_i z^2 \frac{\partial \pi}{\partial x_i} dx = \frac{1}{2}\iint_\Omega div(\pi z^2 \vec{v}) dx - \frac{1}{2}\iint_\Omega z^2 \vec{v} \cdot \nabla \pi \cdot dx = \frac{1}{2}\int_Г \pi z^2 \vec{v} \cdot \vec{\kappa} \cdot ds -$$

$$-\frac{1}{2}\iint_\Omega z^2 \vec{v} \nabla \pi dx = -\frac{1}{2}\iint_\Omega z^2 \vec{v} \cdot \nabla \pi \cdot dx.$$

Таким образом, после умножения уравнения на отклонение z и интегрирования по области Ω, мы получим равенство:

$$\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial t}\iint_\Omega z^2 dx = \iint_\Omega (1 - 2\pi + \frac{1}{2}\vec{v} \cdot \nabla \pi) z^2 dx - \iint_\Omega (\nabla z)^2 dx - \iint_\Omega z^3 dx$$

В силу неравенства Пуанкаре-Фридрихса-Стеклова (см. [2, с.56], [4, с.150], [5, с.62]) будет верно неравенство:

$$\iint_\Omega |\nabla z|^2 dx \geq \frac{1}{d^2}\iint_\Omega z^2 dx.$$

Следовательно, получим:

$$\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial t}\iint_\Omega z^2 dx \leq \iint_\Omega (1 - 2\pi - \frac{1}{2}\vec{v} \cdot \nabla \pi + \frac{1}{d^2}) z^2 dx - \iint_\Omega z^3 dx.$$

Предположение о малости отклонения z позволяет считать, что

$$\left|\iint_\Omega z^3 dx\right| < \frac{1}{2}\left|\iint_\Omega (1 - 2\pi - \frac{1}{2}\vec{v} \nabla \pi - \frac{1}{d^2}) z^2 dx\right|.$$

Отсюда следует, что условие

$$1 - \frac{1}{d^2} - 2\pi - \frac{1}{2}\vec{v} \cdot \nabla \pi < 0 \qquad (4)$$

является достаточным условием устойчивости стационарного решения уравнения Хотеллинга (1). Отметим, что этот результат был анонсирован в [11].

Полученное условие (4) является менее жестким, чем условие

$$1 - 2\pi - \frac{1}{2}\vec{v} \cdot \nabla \pi < 0,$$

достаточность которого для устойчивости стационарного решения была доказана Т. Пу (см. [13]). При $\vec{u} = 0, \vec{v} = 0$ достаточное условие (4) устойчивости было получено в работе [3].

Результаты исследования и их обсуждение.

Рассмотренные в работе рассуждения и доказанный результат улучшают результат Т.Пу. Но не только это заслуживает обсуждения. Заметим, что это улучшение стало возможным благодаря присутствию в уравнении оператора

Лапласа, то есть благодаря принятию во внимание миграционных процессов. Рассмотренный выше метод исследования устойчивости стационарного решения был использован в работах [6-7], [10-12]. В какой-то мере можно уже говорить о концепции учета миграционных процессов при исследовании устойчивости стационарных решений систем довольно общего вида. Кратко поясним это.

Рассмотрим начально-краевую задачу

$$\partial u_s/\partial t = \vartheta_s \Delta u_s + F_s(u), x = (x_1, \dots, x_n) \in \Omega \subset R^n, \quad (5)$$

$$\mu_s u_s + \eta_s \frac{\partial u_s}{\partial \vartheta} = B_s, x \in \partial\Omega, \mu_s^2 + \eta_s^2 > 0, \mu_s \geq 0, \eta_s \geq 0, \quad (6)$$

$$u_s(x, 0) = u_s^0(x),\ s = 1, \dots, m, \quad (7)$$

где Ω - ограниченная область с кусочно гладкой границей $\partial\Omega$, ν- единичный вектор нормали к границе $\partial\Omega$ области Ω, $\vartheta_s \geq 0$,

$$u = \big(u_1(x,t), \dots, u_m(x,t)\big), \quad B_s(x) \in C(\partial\Omega), \quad u_s^0(x) \in C\big(\overline{\Omega}\big),$$

$s = 1, \dots, m$, $\overline{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$, Δ - оператор Лапласа.

Введем в рассмотрение специальный вид функций $F_s(u)$:

$$F_s(u) = \sum_{k=1}^{m} b_{sk}\, u_k + \sum_{l=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} a_{slj}\, u_l u_j + f_s(x),$$

где $f_s(x) \in C\big(\overline{\Omega}\big)$, $a_{slj} = a_{sjl}$, $l, j, s = 1, \dots, m$.

Пусть $w = \big(w_1(x), \dots, w_m(x)\big)$ - стационарное решение системы (5). Отрицательная определенность квадратичной формы

$$\sum_{s=1}^{m} \sum_{k=1}^{m} A_{sk}\, z_k z_s,$$

где $A_{sk} = \Theta_{sk} - \delta_{ks}\vartheta_s/d^2$, $\Theta_{sk} = (\beta_{sk} + \beta_{ks})/2$, d - диаметр области Ω, $z = z(x,t) = u(x,t) - w(x)$, $\beta_{sk} = b_{sk} + \sum_{l=1}^{m} a_{slk}\, w_l$, является достаточным условием устойчивости стационарного решения задачи (5)-(7).

Наличие диффузионных членов $\vartheta_s \Delta u_s$ приводит к тому, что достаточное условие устойчивости стационарного решения становится менее жестким, чем в случае моделей без диффузии.

В работе [12] установлены достаточные условия устойчивости стационарного решения сингулярного уравнения с оператором Бесселя (теорию таких уравнений и весьма обширный обзор литературы по этой теме см. в [1], [9].

Выводы.

Мы убеждаемся в том, что миграционные (диффузионные) процессы положительно влияют на устойчивость стационарных состояний, по крайней мере, в областях с малыми диаметрами.

Список литературы

1. Киприянов, И. А. Сингулярные эллиптические краевые задачи/И.А. Киприянов. – М.: Наука, 1997.

2. Ладыженская, О.А. Краевые задачи математической физики/ О.А. Ладыженская. – М.: Наука, 1973. - 408 с.

3. Мешков, В.З. Об устойчивости стационарного решения уравнения Хотеллинга/ В.З. Мешков, И.П. Половинкин, М.Е. Семенов // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2002. – Т.9, вып. 1. – С. 226-227.

4. Михайлов, В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных / В.П. Михайлов. – Москва: Наука, 1976. – 392 с.

5. Михлин, С.Г. Линейные уравнения в частных производных/ С.Г. Михлин. – М.: Высшая школа, 1977. – 431 с.

6. Половинкин, И.П. К вопросу об устойчивости стационарного решения в миграционной модели/И.П. Половинкин, М.В. Половинкина, С.А. Рабееах // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. - 2019. - С. 889-892.

7. Половинкина, М.В. Об изменении характера устойчивости тривиального решения при переходе от модели с сосредоточенными параметрами к модели с распределенными параметрами/ И.П. Половинкин, М.В. Половинкина // Прикладная математика \& Физика. -- 2020. - Т. 52, \No 4. - С. 255-261. DOI 10.18413/2687-0959-2020-52-4-255-261

8. Свирежев, Ю.М. Устойчивость биологических сообществ / Ю.М. Свирежев, Д.О. Логофет. – М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1978. – 352 с.

9. Ситник, С.М. Метод операторов преобразования для дифференциальных уравнений с операторами Бесселя/С.М. Ситник, Э.Л. Шишкина. – М.: Физматлит, 2019.

10. Debbouche, A. On the stability of stationary solutions in diffusion models of oncological processes/A. Debbouche, M.V. Polovinkina, I.P. Polovinkin, C.A. Valentim, S.A. David// The European Physical Journal Plus. - 2021. - 136(1), 1-18.

11. Gogoleva, T.N. On stability of a stationary solution to the Hotelling migration equation/ T.N. Gogoleva, L.N. Shchepina, M.V. Polovinkina and S.A. Rabeeakh // J. Phys.: Conf. Ser. 1203 012041. – 2019. doi:10.1088/1742-6596/1203/1/012041

12. Polovinkina, M.V. Stability of stationary solutions for the glioma growth equations with radial or axial symmetries/M.V. Polovinkina, A. Debbouche, I.P. Polovinkin, S.A. David // Math Meth Appl Sci. – 2021. - 1–14. https://doi.org/10.1002/mma.7194

13. Puu, T. Nonlinear economic dynamics / T. Puu// Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hong Kong; London; Milan; Paris; Santa Clara; Singapore; Tokyo: Springer-Verlag, 1997.

УДК 517.95

НЕЛОКАЛЬНАЯ ПО ВРЕМЕНИ КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ДРОБНОЙ ДИФФУЗИИ

Псху А.В., *доктор физико-математических наук, доцент,*
Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН,
г. Нальчик, e-mail: pskhu@list.ru

Аннотация. *В работе исследована нелокальная по времени краевая задача для одномерного уравнения дробной диффузии. Нелокальное условие по временной переменной задано в виде дробного интеграла Римана-Лиувилля.*

Ключевые слова: *уравнение дробной диффузии, производная дробного порядка, нелокальная задача, задача с обратным временем.*

A TIME-NONLOCAL BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE FRACTIONAL DIFFUSION EQUATION

Pskhu A. V., *Doctor of Physics and Mathematics, professor,*
Institute of Applied Mathematics and Automation KBSC RAS, Nalchik
e-mail: pskhu@list.ru

Annotation. *The paper investigates a nonlocal in time boundary value problem for the one-dimensional fractional diffusion equation. The nonlocal condition with respect to the time variable is given in the form of the Riemann-Liouville fractional integral.*

Keywords: *fractional diffusion equation, fractional derivative, nonlocal problem, backward in time problem.*

Введение. Рассмотрим уравнение

$$\left(\frac{\partial^{\sigma}}{\partial t^{\sigma}} - \frac{\partial^{2}}{\partial x^{2}}\right)u(x,t) = f(x,t) \qquad (0 < \sigma < 1) \tag{1}$$

где $\frac{\partial^{\sigma}}{\partial t^{\sigma}}$ обозначена дробная производная порядка α по переменной t [1].

История исследования уравнения (1) имеет богатую библиографию. К первым работам в данном направлении следует отнести статьи [2-5]. Краткий обзор основных подходов к изучению дробных диффузионных и диффузионно-волновых уравнений можно найти, например, в [6]. Цель данной работы – решение нелокальной по времени краевой задачи для уравнения (1).

Дробное дифференцирование. Оператор дробного дифференцирования будем понимать в смысле оператора Джрбашяна-Нерсесяна [7], ассоциированного с упорядоченной парой $\{\alpha, \beta\}$, с началом в точке $t = 0$, порядка $\sigma = \alpha + \beta - 1$:

$$\frac{\partial^\sigma}{\partial t^\sigma} = D_{0t}^{\{\alpha,\beta\}} = D_{0t}^{\beta-1} D_{0t}^{\alpha} \qquad (0 < \alpha, \beta \le 1) \tag{2}$$

Здесь через $D_{0t}^{\beta-1}$ и D_{0t}^{α} обозначены интеграл и производная Римана-Лиувилля порядка $1-\beta$ и α, соответственно, которые определяются равенствами [1, с. 9]

$$D_{0t}^{\beta-1} g(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\beta)} \int_0^t g(s)(t-s)^{-\beta}\, ds \qquad (\beta < 0)$$

и [1, с. 11]

$$D_{0t}^{\alpha} g(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dt} \int_0^t g(s)(t-s)^{-\alpha}\, ds \qquad (0 < \alpha < 1).$$

Необходимо отметить, что оператор (2) охватывает, как частны случаи, дробную производную Римана-Лиувилля и производную Капуто, а именно имею место равенства

$$D_{0t}^{\{\alpha,1\}} = D_{0t}^{\alpha}$$

и

$$D_{0t}^{\{1,\beta\}} = \partial_{0t}^{\beta}.$$

где через ∂_{0t}^{β} обозначена дробная производная Капуто, определяемая равенством

$$\partial_{0t}^{\beta} = \frac{1}{\Gamma(1-\beta)} \int_0^t g'(s)(t-s)^{-\beta}\, ds$$

Таким образом, к частным случаям результатам, полученным для уравнения (1), будут относится соответствующие результаты для уравнений дробной диффузии, содержащие производную Римана-Лиувилля или производную Капуто.

Постановка задачи. Далее примем следующие обозначения

$$\Omega = \{(x,t): x > 0,\ \ 0 < t < T\}$$

и

$$\Omega_0 = \{(x,t): x \ge 0,\ \ 0 \le t < T\}.$$

Под *регулярным решением* уравнения (1) будем понимать функцию $u(x,t)$ из класса

$$t^{1-\mu} u(x,t) \in C(\Omega_0),\ \ u(x,t) \in C_x^2(\Omega),\ \ D_{0t}^{\alpha-1} u(x,t) \in C_t^1(\Omega),$$

удовлетворяющую уравнению (1) в области Ω.

Будем рассматривать следующую задачу: *найти регулярное решение уравнения (1), удовлетворяющее условиям*

$$u(0,t) = \varphi(t) \qquad (0 < t < T) \tag{3}$$

$$\left[D_{0t}^{\mu} u(x,t)\right]_{t=T} = \psi(x) \qquad (0 < x < \infty) \tag{4}$$

Заметим, что при $\mu = 0$ оператор дробного интегро-дифференцирования есть тождественный оператор, т.е. $D_{0t}^{0} u(x,t) = u(x,t)$. Условие (3), в этом случае, приобретает вид

$$u(x,T) = \psi(x),$$

и мы получаем задачу с обратным временем для уравнения (1).

Схема решения. Прежде всего заметим, что если $v(x,t)$ решение задачи (которое, очевидно, может быть построено для соответствующих f и φ)

$$\left(\frac{\partial^\sigma}{\partial t^\sigma}-\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right) v(x,t)=f(x,t),$$

$$v(0,t)=\varphi(t), \quad [D_{0t}^{\alpha-1}v(x,t)]_{t=0}=0,$$

то функция $\tilde{u}(x,t)=u(x,t)-v(x,t)$ будет решением задачи

$$\left(\frac{\partial^\sigma}{\partial t^\sigma}-\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right) \tilde{u}(x,t)=0,$$

$$\tilde{u}(0,t)=0, \quad \left[D_{0t}^{\mu}\tilde{u}(x,t)\right]_{t=T}=\psi(x)-\left[D_{0t}^{\mu}v(x,t)\right]_{t=T},$$

Таким образом, без ограничения общности, можем считать f и φ тождественно равными нулю. Решение задачи (1), (3) и (4) в этом случае (т.е. при $f\equiv 0$ и $\varphi\equiv 0$) можно записать в виде

$$u(x,t)=\frac{t^{\alpha-\frac{\sigma}{2}-1}}{2}\int_0^\infty \tau(\xi)\, G(x,\xi,t)\, d\xi, \tag{5}$$

где

$$G(x,\xi,t)=\phi\left(-\frac{\sigma}{2},\alpha-\frac{\sigma}{2};\ -\frac{|x-\xi|}{t^{\frac{\sigma}{2}}}\right)-\phi\left(-\frac{\sigma}{2},\alpha-\frac{\sigma}{2};\ -\frac{|x+\xi|}{t^{\frac{\sigma}{2}}}\right),$$

а $\tau(\xi)$ – неизвестная функция, подлежащая определению. Удовлетворяя (5) условию (4), после простых преобразований, приходим к равенству

$$\psi^*(x)=a\int_{-\infty}^\infty \tau^*(\xi)\,\phi\left(-\frac{\sigma}{2},\alpha-\frac{\sigma}{2}-\mu;\ -b|x-\xi|\right)d\xi \tag{6}$$

где

$$\phi(\nu,\rho;\ z)=\sum_{k=0}^\infty \frac{z^k}{k!\,\Gamma(\nu k+\rho)}$$

– функция Райта,

$$a=\frac{1}{2}\,T^{\alpha-\frac{\sigma}{2}-\mu-1}, \qquad b=T^{\frac{\sigma}{2}},$$

а функции $\psi^*(x)$ и $\tau^*(\xi)$ – нечетные продолжения функций $\psi(x)$ и $\tau(\xi)$, т.е.

$$\psi^*(x)=\operatorname{sign}x\cdot\psi(x\operatorname{sign}x)$$

и

$$\tau(\xi)=\operatorname{sign}\xi\cdot\tau(\xi\operatorname{sign}\xi).$$

Таким образом, для определения $\tau(\xi)$ мы получили уравнение (6), которое представляет собой интегральное уравнение первого рода типа свертки, методы решения которого хорошо известны.

В частности, имеет место соотношение

$$\mathcal{F}\left\{\phi\left(-\frac{\sigma}{2},\alpha-\frac{\sigma}{2}-\mu;\ -b|x|\right);\omega\right\}=\frac{1}{b}\sqrt{\frac{2}{\pi}}\,E_{\sigma,\alpha-\mu}\left(-\frac{\omega^2}{b^2}\right).$$

Здесь через $\mathcal{F}$ обозначено преобразование Фурье, а

$$E_{\sigma,\rho}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{\Gamma(\sigma\, k + \rho)}$$

– функция Миттаг-Леффлера.

Теперь, принимая во внимание асимптотику функции Миттаг-Леффлера [8, гл. 3, с. 134]

$$E_{\sigma,\rho}(z) = -\sum_{k=1}^{n} \frac{z^{-k}}{\Gamma(\rho - \sigma\, k)} + O(|z|^{-n-1}) \qquad (z \to \infty,\ \ \sigma\pi < |\arg z| \le \pi),$$

а также учитывая тот факт, что функция Миттаг-Леффлера $E_{\sigma,\rho}(z)$ не имеет вещественных нулей при $\rho \ge \sigma$ [9], нетрудно показать (при определенных условиях на функцию ψ), что решение уравнения (6) может быть построено при условия

$$\mu \le 1 - \beta \qquad (7)$$

Следовательно, неравенство (7) также является условием разрешимости рассматриваемой задачи.

Список литературы

1. Нахушев А.М. Дробное исчисление и его применение/А.М. Нахушев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 272 с.

2. Wyss, W. The fractional diffusion equation / W. Wyss. // J. Math. Phys. 1986. Volume 27. – P. 2782-2785.

3. Schneider, W.R. Fractional diffusion and wave equations / W.R.Schneider, W. Wyss. // J. Math. Phys. 1989. Volume 30. – P. 134-144.

4. Кочубей, А.Н. Диффузия дробного порядка / А.Н. Кочубей. // Дифференциальные уравнения. 1990. Том 26, номер 4. – С. 660-670.

5. Fujita, Ya. Integrodifferential equation which interpolates the heat equation and the wave equation I, II / Ya. Fujita. // Osaka J. Math. 1990. Volume 27. – P. 309-321, – P. 797-804.

6. Pskhu, A.V. Green Functions of the First Boundary-Value Problem for a Fractional Diffusion-Wave Equation in Multidimensional Domains / A.V. Pskhu // Mathematics 2020, 8, 464.

7. Джрбашян, М.М. Дробные производные и задача Коши для дифференциальных уравнений дробного порядка. / М.М. Джрбашян, А.Б. Нерсесян // Изв. АН АрмССР. Матем. 1968. Том 3, вып.1. – С. 3-28.

8. Джрбашян М.М. Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области/М.М. Джрбашян. – М.: Наука, 1966. – 672 с.

9. Псху А.В. О вещественных нулях функции типа Миттаг-Леффлера / А.В. Псху // Мат. заметки. 2005. Том 77, номер 4. – С. 592-599.

УДК 517.958

ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ, ОБОБЩАЮЩЕГО УРАВНЕНИЕ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Тарамова Х.С., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: thedi@yandex.ru

Умаров Х.Г., *доктор физико-математических наук, профессор,*
Чеченский государственный педагогический университет,
Академия наук Чеченской Республики, e-mail: umarov50@mail.ru

Аннотация. *Для нелинейного дифференциального уравнения в частных производных, обобщающего уравнение крутильных колебаниях бурильной колонны, исследована задача Коши в банаховом пространстве непрерывных ограниченных функций на всей числовой оси для которых существуют пределы на минус и плюс бесконечности. Найден явный вид решения, соответствующего линейного однородного уравнения. Установлен временной отрезок существования и единственности классического решения (под которым понимается достаточно гладкая функция, имеющая все непрерывные производные нужного порядка и удовлетворяющая уравнению в каждой точке области задания рассматриваемого уравнения) задачи Коши для нелинейного уравнения и получена оценка нормы этого локального решения. Рассмотрены условия существования глобального (определенного для всех значений времени на положительной числовой полуоси) классического решения и разрушения решения задачи Коши на конечном временном отрезке.*

Ключевые слова: *задача Коши, существование и единственность классического решения, существование глобального решения, оценка нормы локального решения, разрушение решения задачи Коши.*

THE CAUCHY PROBLEM FOR AN EQUATION GENERALIZING THE EQUATION OF TORSIONAL OSCILATIONS OF A DRILL STRING

Taramova Kh. S., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Associate Professor,Chechen State Pedagogical University, Grozny
e-mail: thedi@yandex.ru

Umarov Kh. G., *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,*
Chechen State Pedagogical University, Chechen Academy of Sciences, Grozny
e-mail: umarov50@mail.ru

Abstract. *For the nonlinear partial differential equation generalizing the equation of torsional oscillations of a drill string the Cauchy problem in the Banach space of continuous bounded functions on the whole numerical axis for which there are limits at minus and plus infinity is investigated. An explicit form of the solution of the corresponding linear homogeneous equation has been found. The time interval of the existence and uniqueness of the classical solution (which is understood as a sufficiently smooth function having all continuous derivatives of the required order and satisfying the equation at each point of the domain of the equation in question) of the Cauchy problem for the nonlinear equation has been established and the norm of this local solution has been obtained. Conditions for the existence of a global (determined for all values of time on the positive numerical semi-axis) classical solution and the destruction of the solution of the Cauchy problem on a finite time interval are considered.*

Key words: *the Cauchy problem, the existence and uniqueness of the classical solution, the existence of a global solution, the evaluation of the norm of the local solution, the destruction of the solution of the Cauchy problem.*

В статье рассматривается задача Коши для нелинейного уравнения в частных производных

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+\alpha\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}=\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\partial t^2}+\beta\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}+\gamma u+\lambda\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^3, \tag{1}$$

$$u|_{t=0}=\varphi(x), \qquad u_t|_{t=0}=\psi(x), \tag{2}$$

$$(t,x)\in R_+^1\times R^1, \quad R^1=\,]-\infty,+\infty[, \;\; R_+^1=\,]0,+\infty[,$$

в котором коэффициенты α, β, γ, λ – известные числовые параметры. Задача Коши исследуется в банаховом [1, гл. VIII, § 1] пространстве[1] $C[-\infty,+\infty]=C[R^1]$ непрерывных функций $g=g(x)$, для которых существуют оба предела при $x\to\pm\infty$, полагая, что начальные функции (2): $\varphi(x)$, $\psi(x)$, и искомое классическое решение $u=u(t,x)$, $(t,x)\in\bar{R}_+^1\times R^1$, $\bar{R}_+^1=[0,+\infty[$, вместе с его частными производными входящими в уравнение (1), для всех значений временной переменной t по переменной x принадлежат $C[R^1]$.

Будем обозначать $C^{(k)}[R^1]=\{g(x)\in C[R^1]: g'(x),\cdots,g^{(k)}(x)\in C[R^1]\}$, $k=1,2,\cdots$, подмножества в пространстве $C[R^1]$ с нормой $\|g\|_C=\sup\limits_{x\in R^1}|g(x)|$.

Если в уравнении (1) коэффициенты $\alpha=\lambda=0$ и отсутствует первое слагаемое правой части, то приходим [3] к уравнению крутильных колебаний

[1] Выбор пространства $C[R^1]$ обоснован тем, что в пространстве $C[R^1]$ [1; 2, § 2] дифференциальный оператор d/dx с областью определения $D(d/dx)=C^{(1)}[R^1]$ порождает сжимающую сильно непрерывную группу $U(t;d/dx)$ класса C_0 левых сдвигов: $U(t;d/dx)g(x)=g(x+t)$, а оператор d^2/dx^2 с областью определения $D(d^2/dx^2)=C^{(2)}[R^1]$ является производящим оператором сильно непрерывной полугруппы $U(t;d^2/dx^2)$ класса C_0: $U(t;d^2/dx^2)g(x)=\frac{1}{2\sqrt{\pi t}}\int_{-\infty}^{+\infty}e^{-\xi^2/(4t)}g(x+\xi)d\xi$, $t\geq 0$; причем для резольвент $(\lambda I-d/dx)^{-1}$, $(\lambda I-d^2/dx^2)^{-1}$ справедливы оценки $\|(\lambda I-d/dx)^{-1}\|$, $\|(\lambda I-d^2/dx^2)^{-1}\|\leq 1/\lambda$ при $\lambda>0$.

вращающейся с постоянной угловой скоростью бурильной колонны с учетом протекающей внутри колонны промывочной вязкой жидкостью и постоянно циркулирующем в скважине потоком жидкости, являющийся средством для удаления продуктов разрушения. Если в уравнении (1) отсутствует третье слагаемое правой части, то получается [4] уравнение нелинейных боковых колебаний бурильной колонны, учитывающее нелинейное влияние сверхзвукового воздушного потока. Если в уравнении (1) коэффициент $\gamma = 0$ и отсутствует третье слагаемое правой части, то приходим [5] к уравнению крутильных колебаний нелинейно-упругого стержня.

Решение однородного уравнения. Рассмотрим соответствующее (1) линейное однородное уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \alpha \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} = \frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial t^2} + \beta \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t} + \gamma u.. \tag{3}$$

Введем в уравнении (3) новую неизвестную функцию $v = v(t,x)$:

$$v = u - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \tag{4}$$

полагая, что частные производные $\partial^2 u/\partial x^2$, $\partial^3 u/\partial x^2 \partial t$ непрерывны при $t \geq 0$. Из замены (4) можно единственным образом определить начальные значения функции v:

$$v|_{t=0} = v_0(x) = \varphi(x) - \varphi''(x), \qquad v_t|_{t=0} = v_1(x) = \psi(x) - \psi''(x),$$

при условии, что функции $\varphi(x)$, $\psi(x)$ принадлежат $C^{(2)}[R^1]$, и выразить решение $u(t,x)$ уравнения (3) через новую неизвестную функцию $v(t,x)$:

$$u(t,x) = (I - \partial^2/\partial x^2)^{-1} v(t,x) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-|r|} v(t, x + r)\, dr,$$

где I – тождественный оператор.

В результате замены (4) получим в пространстве $C[R^1]$ эквивалентное (3) интегро-дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + A \frac{\partial v}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + (\alpha - \beta) v + (\gamma + \beta - \alpha) \left(I - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right)^{-1} v, \tag{5}$$

где ограниченный оператор

$$A = (I - \partial^2/\partial x^2)^{-1} - (I - \partial/\partial x)^{-1}, \qquad \|A\| \leq 2,$$

является производящим оператором сильно непрерывной группы

$$U(t;A)g(x) = U\left(t; \left(I - \tfrac{d^2}{dx^2}\right)^{-1}\right) \cdot U\left(-t; \left(I - \tfrac{d}{dx}\right)^{-1}\right) g(x) =$$

$$= U\left(-t; \left(I - \tfrac{d}{dx}\right)^{-1}\right) \cdot U\left(t; \left(I - \tfrac{d^2}{dx^2}\right)^{-1}\right) g(x), \ \forall g(x) \in C[R^1],$$

причем

$$\|U(\tau; A)\| \leq e^{2\tau}, \quad \tau \in R^1.$$

Введем в уравнении (5) новую неизвестную функцию

$$w(t,x) = U\left(\frac{t}{2}; A\right) v(t,x), \tag{6}$$

полагая, что частная производная $v_x = v_x(t,x)$ решения уравнения (5), а значит, и производные u_x, u_{xxx} решения уравнения (3), непрерывны при $t \geq 0$. Тогда единственным образом определяются начальные значения функции $w(t,x)$:

$$w|_{t=0} = v_0(x), \qquad w_t|_{t=0} = \frac{1}{2}Av_0(x) + v_1(x), \tag{7}$$

удовлетворяющей уравнению

$$w_{tt} = \alpha w_{xx} + Bw, \tag{8}$$

где B – ограниченный оператор:

$$B = (\alpha - \beta)I + \frac{1}{4}A^2 + (\gamma + \beta - \alpha)\left(I - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)^{-1},$$

$$\|B\| \leq b = |\alpha - \beta| + 1 + |\gamma + \beta - \alpha|.$$

Уравнение (8) в пространстве $C[R^1]$ можно переписать в виде абстрактного обыкновенного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2}{dt^2}W = K \cdot W, \quad t \in R^1_+, \tag{9}$$

где K – неограниченный оператор:

$$K = \alpha\frac{d^2}{dx^2} + B, D(K) = D\left(\frac{d^2}{dx^2}\right) = C^{(2)}[R^1],$$

а $W = W(t): t \to w(t,x)$ – искомая вектор-функция, определенная для $t \in \bar{R}^1_+$ и со значениями в пространстве $C[R^1]$.

Начальные условия для абстрактного уравнения (9) в $C[R^1]$ запишутся в виде

$$W|_{t=0} = \Phi, \qquad W_t|_{t=0} = \Psi, \tag{10}$$

где $\Phi = v_0(x)$, $\Psi = \frac{1}{2}Av_0(x) + v_1(x)$ – элементы пространства $C[R^1]$.

Задача Коши (9), (10) равномерно корректна [2, § 1.4] только тогда, когда оператор K является производящим оператором сильно непрерывной косинус оператор-функции $C(\tau; K)$, $\tau \in R^1$, класса C_0.

Пусть

$$\alpha > 0, \tag{11}$$

тогда оператор

$$K_0 = \alpha\frac{d^2}{dx^2}, \;\; D(K_0) = C^{(2)}[R^1],$$

является [2, § 1.5] производящим оператором сильно непрерывной косинус оператор-функции класса C_0:

$$C(\tau; K_0)g(x) = \frac{1}{2}\left[U\left(\tau; \sqrt{\alpha}\frac{d}{dx}\right) + U\left(-\tau; \sqrt{\alpha}\frac{d}{dx}\right)\right]g(x)$$

$$= \frac{1}{2}\left[g(x + \tau\sqrt{\alpha}) + g(x - \tau\sqrt{\alpha})\right],$$

для которой справедлива оценка нормы $\|C(\tau; K_0)\| \leq 1, \;\tau \in R^1$.

Возмущение ограниченным оператором B сохраняет способность оператора K_0 порождать косинус оператор-функцию [2, § 8.2], поэтому оператор

$K = K_0 + B$ является производящим оператором сильно непрерывной косинус оператор-функции $C(\tau; K)$ класса C_0 для которой справедливо представление

$$C(\tau; K)g(x) = C(\tau; K_0)g(x) + \frac{\tau^2}{2}\int_0^1 j_1\left(\tau\sqrt{1-s^2}; K_0\right) C(\tau s; B)g(x)ds,$$

где

$$j_1(\tau; K_0)g(x) = \frac{4}{\pi}\int_0^1 \sqrt{1-r^2}\, C(\tau r; K_0)g(x)dr,$$

и оценка

$$\|C(t; K)\| \le c(t) = 1 + \frac{t}{2b}e^{bt}, t \in \bar{R}_+^1 .. \tag{12}$$

С косинус оператор-функцией $C(\tau; K)$ ассоциирована [2, § 1.4] синус оператор-функция:

$$S(\tau; K)g(x) = \int_0^\tau C(s; K)g(x)ds\,, \qquad g(x) \in C[R^1],$$

и линейное многообразие $C_1[R^1] = \{g(x) \in C[R^1]: C(\tau; K)g(x) \in C^{(1)}(R^1, C[R^1])\}$, т.е. подмножество $C_1[R^1] \subset C[R^1]$ состоит из тех функций из $C[R^1]$, для которых функция $C(\tau; K)g(x): R^1 \to C[R^1]$ является непрерывно дифференцируемой функцией переменной τ. Очевидно, что $D(K_0) \subset C_1[R^1]$.

Используя оценку (12), имеем

$$\|S(t; K)\| \le s(t) = t + \frac{te^{bt} + 1}{2b^2}, t \in \bar{R}_+^1. \tag{13}$$

Таким образом, задача Коши (9), (10) равномерно корректна и её классическое решение дается [2, § 1.4] формулой

$$W = C(t; K)\Phi + S(t; K)\Psi, \qquad t \in \bar{R}_+^1,$$

для любых $\Phi \in D(B)$ и $\Psi \in C_1[R^1]$.

Теперь, производя обратные замены: $u(t,x) = (I - \partial_x^2)^{-1} v(t,x) = (I - \partial_x^2)^{-1}\ U(-t/2\,; A)w(t,x)$ и используя перестановочность резольвенты $(I - \partial_x^2)^{-1}$ и группы $U(-t/2\,; A)$ как между собой так и с косинус оператор-функцией $C(t; K)$, находим решение задачи Коши (3), (2):

$$u(t,x) = C(t; K)U\left(-\frac{t}{2}; A\right)\varphi(x) + S(t; K)U\left(-\frac{t}{2}; A\right)\left(\frac{1}{2}A\varphi(x) + \psi(x)\right). 14)$$

Итак, имеет место утверждение

Теорема 1. Пусть выполнено условие (11) и начальные функции $\varphi(x)$ и $\psi(x)$ вместе с производными до четвертого порядка включительно принадлежат пространству $C[R^1]$, тогда задача Коши для линейного однородного уравнения (3) равномерно корректна, классическое решение дается формулой (14) и для него справедлива оценка

$$\sup_{x\in R^1}|u(x,t)| \le e^t\left\{c(t)\sup_{x\in R^1}|\varphi(x)| + s(t)\left[\sup_{x\in R^1}|\varphi(x)| + \sup_{x\in R^1}|\psi(x)|\right]\right\},$$

где функции $c(t)$ и $s(t)$ из неравенств (12) и (13).

Локальное по времени решение задачи Коши для нелинейного уравнения. Рассмотрим уравнение, получающееся из (1) дифференцированием обеих частей по переменной x и последующей замены $v = \partial u/\partial x$:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \alpha\frac{\partial^4 v}{\partial x^4} = \frac{\partial^4 v}{\partial x^2 \partial t^2} + \beta\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial t} + \gamma u + \lambda\frac{\partial^2}{\partial x^2}v^3. \quad (15)$$

Применим к обеим частям уравнения (15) линейный ограниченный оператор $(I - \partial^2/\partial x^2)^{-1}$, тогда получим эквивалентное (15) нелинейное интегро-дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + A\frac{\partial v}{\partial t} = \alpha\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + (\alpha - \beta)v + (\gamma + \beta - \alpha)\left(I - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)^{-1} v$$
$$+ \left[\left(I - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)^{-1} - I\right]v^3, \quad (16)$$

в котором коэффициент A совпадает с оператором A из уравнения (5).

Уравнение (16) заменой $v(t,x) = U(-t/2\,; A)w(t,x)$, приводится в пространстве $C[R^1]$ к абстрактному полулинейному уравнению

$$\frac{d^2}{dt^2}W = K\cdot W + F\left(t, U\left(-\frac{t}{2}; A\right)W\right), \quad t \in R^1_+\,, \quad (17)$$

где оператор K такой же, как и в уравнении (8), а F – заданный нелинейный оператор:

$$F(t,g) = \left[\left(I - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)^{-1} - I\right]U\left(\frac{t}{2}; A\right)Q(g),$$

здесь Q – оператор суперпозиции: $Q(g) = f\big(g(x)\big)$, $g(x) \in C[R^1]$, здесь $f(s) = s^3$.

Отметим, что из непрерывной дифференцируемости оператора суперпозиции $Q(\cdot)$ в пространстве непрерывных функций и ограниченности линейных операторов $(I - \partial^2/\partial x^2)^{-1}$ и $U(\pm t/2\,; A)$ следует непрерывная дифференцируемость по Фреше оператора $F(t,\cdot)$ в пространстве $C[R^1]$ и, следовательно, $F(t,\cdot)$ удовлетворяет локальному условию Липшица. Поэтому существует промежуток $[0, t_0[$, в котором абстрактная задача Коши (17), (10) имеет [6, § 3] единственное обобщенное решение $W = W(t)$, т.е. единственное непрерывно дифференцируемое решение интегрального уравнения

$$W(t) = C(t;K)\Phi + S(t;K)\Psi + \int_0^t S(t-\tau;K)\,F\left(\tau, U\left(-\frac{\tau}{2}; A\right)W\right)d\tau, \quad (18)$$

для любых $\Phi \in D(K)$ и $\Psi \in C_1[R^1]$.

Из интегрального уравнения (18) выводим интегральное неравенство

$$\|W(t)\|_C \le m(t) + 2s(t)\int_0^t \|W(\tau)\|_C^3 d\tau, \qquad (19)$$

в котором $m(t) = c(t)\|\Phi\|_C + s(t)\|\Psi\|_C$, а функции $c(t)$, $s(t)$ из оценок (12), (13).

Из неравенства (19), в силу леммы Гронуолла [7, § 1.3], следует оценка обобщенного решения:

$$\|W(t)\|_C \le m(t)\left\{1 - 4\int_0^t e^{-2\tau}s(\tau)m^2(\tau)d\tau\right\}^{-1/2}, \qquad 0 \le t \le t_1\,, \qquad (20)$$

где

$$t_1 = \sup\left\{t \in [0, t_0[: 4\int_0^t e^{-2\tau}s(\tau)m^2(\tau)d\tau < 1\right\}.$$

Итак, на отрезке $[0, t_1]$ существует обобщенное решение абстрактной задачи Коши (17), (10) для которого справедлива оценка нормы (20). Это обобщенное решение $W(t)$, $t \in [0, t_1]$, будет классическим решением задачи Коши (17), (10), если оно дважды непрерывно дифференцируемо, что является следствием [6] непрерывной дифференцируемости по Фреше нелинейного оператора F, при условии принадлежности начальных данных Φ, Ψ области определения оператора K.

Таким образом, имеет место

Теорема 2. Пусть начальные функции $\varphi(x)$, $\psi(x)$ задачи Коши (15), (2) принадлежат пространству $C[R^1]$ вместе со своими производными до четвертого порядка включительно, а параметр $\alpha > 0$, тогда при $t \in [0, t_1]$ существует единственное классическое решение $v = v(t,x)$, этой задачи в пространстве $C[R^1]$, для которого справедлива оценка

$$\sup_{x \in R^1}|v(t,x)| \le \exp(-t)\|w(t,x)\|_C,$$

где $\|w(t,x)\|_C$ ограничена правой частью неравенства (20).

Замечание 1. Надо учитывать, что по определению классическое решение уравнения (15) $v(t,x) \in C^{(4)}[R^1]$ при $t > 0$, тогда как классическое решение уравнения (17) $w(t,x) \in C^{(2)}[R^1]$ при $t \ge 0$.

Замечание 2. Из существования локального классического решения уравнений (15) следует существование соответствующего классического решения уравнений (1) на том же отрезке $[0, t_1]$, при условии принадлежности по переменной x классических решений этих уравнений пространству Соболева $W_2^1(R^1)$.

Существование глобального решения и разрушение решения на конечном временном отрезке. Предположим, что классические решения рассматриваемых уравнений по переменной x принадлежат пространству Соболева $W_2^1(R^1)$.

В этой части статьи неоднократно используем тот факт, что если функция

$g(x) \in C[R^1] \cap W_2^1(R^1)$, то [8] справедлива оценка

$$\|g\|_C = \sup_{x\in R^1}|g(x)| \le \|g\|_{W_2^1} = \left(\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\left(g(x)\right)^2 + \left(g'(x)\right)^2\right]dx\right)^{1/2}, \tag{21}$$

причем, если $g(x) \in C^{(2)}[R^1]$, то предел функций $g(x)$, $g'(x)$ при $x \to \pm\infty$ равен нулю, и оценку Коши–Буняковского:

$$|(\varphi,\psi)| \le \|\varphi\|_2\|\psi\|_2,$$

где

$$(\varphi,\psi) = \int_{-\infty}^{+\infty}\varphi(x)\psi(x)dx \quad \text{и} \quad \|\varphi\|_2 = \left(\int_{-\infty}^{+\infty}|\varphi(x)|^2 dx\right)^{1/2} -$$

– соответственно скалярное произведение и норма в пространстве $L_2(R^1)$ функций суммируемых с квадратом.

Рассмотрим так называемый интеграл энергии для уравнения (1):

$$Y(t) = (u,u) + \left(\frac{\partial u}{\partial x},\frac{\partial u}{\partial x}\right) = \int_{-\infty}^{+\infty}\left[u^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2\right]dx. \tag{22}$$

Применяя к значениям производной интеграла энергии: $Y'(t)$, и её квадрата: $[Y'(t)]^2$, неравенство *Коши*–Буняковского, выводим вспомогательные оценки:

$$Y'(t) \le Y(t) + y(t), \tag{23}$$

и

$$[Y'(t)]^2 \le 4Y(t)y(t), \tag{24}$$

где

$$y(t) = \left\|\frac{\partial u}{\partial t}\right\|_2^2 + \left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right\|_2^2.$$

Умножим обе части уравнения (1) на $\frac{\partial u}{\partial t}$:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial t},\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\right) + \alpha\left(\frac{\partial u}{\partial t},\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}\right) - \left(\frac{\partial u}{\partial t},\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\partial t^2}\right) - \beta\left(\frac{\partial u}{\partial t},\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right) - \left(\frac{\partial u}{\partial t},\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right)$$
$$-\gamma\left(\frac{\partial u}{\partial t},u\right) =$$
$$= \lambda\left(\frac{\partial u}{\partial t},\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^3\right)$$

и проинтегрируем от $-\infty$ до $+\infty$, тогда, интегрируя по частям и вычисляя интегралы, получим

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left[y(t) + \alpha\left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right\|_2^2 + \left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right\|_2^2 + \beta\left\|\frac{\partial u}{\partial x}\right\|_2^2 - \gamma\|u\|_2^2 + \frac{\lambda}{2}\left\|\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2\right\|_2^2\right] = 0.$$

Отсюда, интегрируя обе части в пределах от 0 до t, имем

$$y(t)+\alpha\left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right\|_2^2+\left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right\|_2^2+\beta\left\|\frac{\partial u}{\partial x}\right\|_2^2-\gamma\|u\|_2^2+\frac{\lambda}{2}\left\|\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2\right\|_2^2=N$$
$$=\mathrm{const}, \qquad (25)$$

где

$$N=\|\psi\|_2^2+\|\psi'\|_2^2+\alpha\|\varphi''\|_2^2+\beta\|\varphi'\|_2^2-\gamma\|\varphi\|_2^2+\frac{\lambda}{2}\|(\varphi')^2\|_2^2.$$

Пусть параметры уравнения (1) удовлетворяют условиям

$$\alpha,\beta,\lambda\geq 0,\ \gamma\leq 0, \qquad (26)$$

а начальные функции подчиняются требованиям

$$\varphi(x),\ \psi(x)\in W_2^1(R^1), \quad \left(\varphi'(x)\right)^2,\ \varphi''(x)\in L_2(R^1), \qquad (27)$$

тогда из равенства (25) следует оценка

$$y(t)\leq N, \qquad t\geq 0. \qquad (28)$$

Из соотношений (23), (28) следует выполнение неравенства

$$Y'(t)\leq Y(t)+N, \quad t\geq 0,$$

а поэтому, в силу леммы Гроноулла справедлива оценка интеграл энергии для уравнения (1)

$$Y(t)\leq[\|\varphi\|_2^2+\|\varphi'\|_2^2+tN]e^t,\ t\geq 0, \qquad (29)$$

Из неравенств (21), (29) следует оценка решения задачи Коши (1), (2)

$$\sup_{x\in R^1}|u(t,x)|\leq(\|\varphi\|_2^2+\|\varphi'\|_2^2+tN)^{1/2}e^{t/2},\ t\geq 0. \qquad (30)$$

Таким образом, имеет место

Теорема 3. Пусть в уравнении (1) коэффициенты удовлетворяют условию (26), а начальные функции $\varphi(x)$, $\psi(x)$ подчиняются требованиям (27), тогда существует единственное глобальное классическое решение задачи Коши (1), (2), для которого справедлива оценка (30).

Теперь вернемся к рассмотрению интеграла энергии – вычислим и преобразуем вторую производную от $Y(t)$:

$$\frac{1}{2}Y''(t)=y(t)+\left(u,-\alpha\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}+\beta\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}+\gamma u+\lambda\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^3\right)$$

или

$$\frac{1}{2}Y''(t)=y(t)+\left(u,\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right)-\alpha\left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right\|_2^2-\beta\left\|\frac{\partial u}{\partial x}\right\|_2^2+\gamma\|u\|_2^2-\lambda\left\|\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2\right\|_2^2. \qquad (31)$$

Исключая из равенств (25) и (31) слагаемое с параметром λ, получим

$$\frac{1}{2}Y''(t)-3y(t)+2N-\left(u,\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right)$$
$$=2\left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right\|_2^2+\alpha\left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right\|_2^2+\beta\left\|\frac{\partial u}{\partial x}\right\|_2^2-3\gamma\|u\|_2^2,$$

откуда, при выполнении условий

$$\alpha,\beta\geq 0,\ \gamma\leq 0, \qquad (32)$$

следует неравенство

$$Y''(t)+4N-2\left(u,\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial t}\right)\geq 6y(t). \qquad (33)$$

Применяя к третьему слагаемому левой части (33) неравенство *Коши–Буняковского*, имеем

$$-2\left(u, \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}\right) \leq 2\left|\left(u, \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}\right)\right| \leq \|u\|_2^2 + \left\|\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}\right\|_2^2 \leq Y(t) + y(t). \qquad (34)$$

Используя оценки (24) и (34) из неравенства (33) выводим

$$Y(t)Y''(t) - \frac{5}{4}[Y'(t)]^2 + 4NY(t) + Y^2(t) \geq 0. \qquad (35)$$

Сравнивая неравенство (35) с основным дифференциальным неравенством для интеграла энергии приведенном в монографии [9, § 5 приложения], выводим, что при выполнении условий

$$\left.\begin{aligned} &Y(0) = \|\varphi\|_{W_2^1}^2 > 0, \qquad Y'(0) = 2[(\varphi, \psi) + (\varphi', \psi')] > 0, \\ &\qquad [Y'(0)]^2 > 4Y^2(0) + \frac{16}{3}NY(0), \end{aligned}\right\} \qquad (36)$$

время T существования интеграла энергии не может быть сколь угодно большим: $T \neq +\infty$, а именно справедлива оценка

$$T \leq T_0 \leq T_1 = \|\varphi\|_{W_2^1}^{-1/2} M^{-1}, \qquad (37)$$

где

$$M^2 = \frac{1}{16}Y^{-5/2}(0)[Y'(0)]^2 - \frac{1}{4}Y^{-1/2}(0) - \frac{N}{3}Y^{-3/2}(0) > 0,$$

причем

$$\lim_{t \uparrow T_0} \sup Y(t) = +\infty.$$

Таким образом, имеет место

Теорема 4. Пусть параметры α, β, λ, γ и начальные функции $\varphi(x)$, $\psi(x)$ подчинены условиям (32) и (36), тогда не существует глобального по времени классического решения задачи Коши (1), (2), т.е. решение разрушается за конечное время T_1.

Список литературы

1. Данфорд, Н. Линейные операторы. Общая теория/Н. Данфорд, Дж. Т. Шварц. – М.: ИЛ, 1962.

2. Васильев, В.В. Полугруппы операторов, косинус оператор-функции и линейные дифференциальные уравнения/ В.В. Васильев, С.Г. Крейн, С.И. Пискарев// Итоги науки и техники. Серия Математический анализ. ВИНИТИ. – 1990. – 28. – С. 87–202.

3. Худойназаров, Х.Х. Математическая модель крутильных колебаний вращающегося цилиндрического слоя с учетом внутренней вязкой жидкости/Х.Х. Худойназаров, Ш.М. Буркутбоев// Мат. модел. и числ. методы, 2017, выпуск 16. – С. 31–47.

4. Khajiyeva, L.A. Modeling of Nonlinear Dynamics of Drill Strings in a Supersonic Air Flow/L.A. Khajiyeva, A.K. Kudaibergenov// Proceedings of the 5th International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling (KAM 2015), June 2015. – P. 163–167.

5. Умаров, Х.Г. Задача Коши для уравнения крутильных колебаний нелинейно-упругого стержня бесконечной длины/Х.Г. Умаров// Прикладная математика и механика, 2019, том 83, № 2 – С. 249–264.
6. Travis, C.C. Cosine families and abstract nonlinear second order differential equations/ C.C. Travis, G.F. Webb// Acta Mathematica Academiae Scientiarum Hungaricae, 32 (1978). – P. 75–96.
7. Dragomir, S.S. Some Gronwall Type Inequalities and Applications/S.S. Dragomir. – Melbourne City MC, 2002.
8. Benjamin, T.B. Model equations for long waves in nonlinear dispersive systems/T. B. Benjamin, J. L. Bona, J.J. Mahony//Philos. Trans. Roy. Soc. London, 272 (1972). – P. 47–78.
9. Корпусов, М.О. Разрушение в нелинейных волновых уравнениях с положительной энергией/М.О. Корпусов. – М.: ЛИБРОКОМ, 2012.

УДК 517.925.42

ОБ АЦИКЛИЧНОСТИ КВАДРАТИЧНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Ушхо А.Д., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Адыгейский государственный университет, г. Майкоп,
e-mail: uschho76@rambler.ru

Ушхо Д.С., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Адыгейский государственный университет, г. Майкоп
e-mail: damirubych@mail.ru

Аннотация. *Рассмотрен вопрос наличия замкнутых траекторий для определенного класса автономных квадратичных систем на плоскости. Доказательство основано на применении теории прямых изоклин, признаков Дюлака и Бендиксона качественной теории дифференциальных уравнений.*

Ключевые слова: *автономная квадратичная система дифференциальных уравнений, инвариантная прямая, изоклина, предельный цикл, аффинное преобразование, состояние равновесия.*

ON THE ACYCLICITY OF A QUADRATIC DIFFERENTIAL SYSTEM

Ushkho A.D., *candidate of physical and mathematical sciences,*
assistant professor, Adyghe State University, Maykop
e-mail: uschho76@rambler.ru

Ushkho D.S., *candidate of pedagogical sciences, assistant professor,*
Adyghe State University, Maykop, e-mail: damirubych@mail.ru

Annotation. *The question of the existence of closed trajectories for a certain class of autonomous quadratic systems on the plane is considered. The proof is based on the application of the theory of straight-line isoclines, Bendixson-Dulac criteria of the qualitative theory of differential equations.*

Keywords: *autonomous quadratic system of differential equations, invariant line, isocline, limit cycle, affine transformation, equilibrium state.*

Период активного изучения проблем, связанных с предельными циклами и сепаратрисами автономных квадратичных дифференциальных систем на плоскости, приходится на 60-70-е годы прошлого столетия. Несмотря на, казалось бы, достаточно полные исследования, многие вопросы не получили своего развития (см., например, работу [1] в ней библиографию). Последние годы характеризуются новой волной интереса к проблемам предельных циклов квадратичных систем [2-10].

В данной заметке рассмотрим вопрос об ацикличности квадратичных систем вида

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = \sum\limits_{i+j=0}^{2} a_{ij} x^i y^j \equiv P_2(x,y), \\ \dfrac{dy}{dt} = \sum\limits_{i+j=0}^{2} b_{ij} x^i y^j \equiv Q_2(x,y), \end{cases} \tag{1}$$

где a_{ij}, $b_{ij} \in \Box$, $(P_2, Q_2) = 1$, которая имеет четыре состояния равновесия в ограниченной части фазовой плоскости, два из которых являются состояниями равновесия второй группы. При этом под ацикличностью будем понимать отсутствие замкнутых траекторий в ограниченной области фазовой плоскости.

Путем невырожденных линейных преобразований и заменой переменной $\tau = B_1 t$ систему (1) можно привести к виду

$$\begin{cases} \dfrac{d\overline{x}}{d\tau} = (\overline{y} + k\overline{x})\overline{y} \equiv \tilde{P}_2(\overline{x},\overline{y}), \\ \dfrac{d\overline{y}}{d\tau} = \alpha + \beta\overline{x} + \delta\overline{x}^2 + \eta\overline{y}^2 \equiv \tilde{Q}_2(\overline{x},\overline{y}), \end{cases} \tag{2}$$

где $\alpha, \beta, \delta, \eta$ и B_1 – постоянные, выраженные через коэффициенты системы (1), причем для α, δ и k должно выполняться неравенство

$$k\alpha\delta \neq 0. \tag{3}$$

Лемма. *Если система* (1) *имеет четыре состояния равновесия в ограниченной части фазовой плоскости, в том числе два состояния равновесия второй группы и два седла, но не имеет инвариантной прямой, то существует аффинное преобразование переменных x и y, приводящее эту систему к системе* (2) *с условием* (3).

Теорема 1. *Если система* (1) *имеет в ограниченной части фазовой плоскости четыре состояния равновесия, в том числе два состояния равновесия второй группы и два седла, но не имеет инвариантной прямой, то эта система ациклична.*

Доказательство. По лемме вместо системы (1) рассмотрим систему (2), удовлетворяющую условию (3). На прямой $\bar{y}=0$ расположены два состояния равновесия второй группы $W_1(\bar{x}_1,0)$ и $W_2(\bar{x}_2,0)$, где $\bar{x}_1=\dfrac{-\beta-\sqrt{\beta^2-4\alpha\delta}}{2\delta}$, $\bar{x}_2=\dfrac{-\beta+\sqrt{\beta^2-4\alpha\delta}}{2\delta}$.

Так как $\bar{x}_1\cdot\bar{x}_2<0$, то $\alpha\delta<0$. При $\eta\neq 0$ изоклина нуля есть гипербола или эллипс, в противном случае – пара прямых, параллельных оси ординат.

Пусть $\eta=0$. Поскольку $\left(\dfrac{d\bar{x}}{d\tau}\right)_{\bar{x}=0}=\bar{y}^2\geq 0$, то прямая $\bar{x}=0$ не имеет контакта с траекториями системы (2). Применим к системе (2) критерий Дюлака, взяв в качестве функции Дюлака $D_0(\bar{x},\bar{y})=\dfrac{1}{\bar{x}}$.

$$\left(\tilde{P}_2D_0\right)'_{\bar{x}}+\left(\tilde{Q}_2D_0\right)'_{\bar{y}}=-\frac{\bar{y}^2}{\bar{x}^2}\leq 0. \tag{4}$$

Согласно критерию Дюлака для односвязной области [11] из (4) следует ацикличность системы (3).

В случае $\eta\neq 0$, ради определенности, полагаем, что изоклина нуля системы (2) является гиперболой.

Рассмотрим функцию

$$\Delta(\bar{x},\bar{y})=\frac{\tilde{Q}_2(\bar{x},\bar{y})}{\tilde{P}_2(\bar{x},\bar{y})}+\frac{\tilde{Q}_2(\bar{x},-\bar{y})}{\tilde{P}_2(\bar{x},-\bar{y})}=\frac{2\left(\alpha+\beta\bar{x}+\delta\bar{x}^2+\eta\bar{y}^2\right)}{(\bar{y}+k\bar{x})(\bar{y}-k\bar{x})}. \tag{5}$$

Удовлетворим условию (3), считая выполненными неравенства

$$k>0,\quad \alpha>0,\quad \delta<0. \tag{6}$$

В силу (6) состояние равновесия W_1 расположено в области

$$G_1=\left\{(\bar{x},\bar{y})\,|\,\bar{x}>0,\ \bar{y}+k\bar{x}>0,\ \bar{y}-k\bar{x}>0\right\}.$$

В области

$$G_2=\left\{(\bar{x},\bar{y})\,|\,\bar{x}>0,\ \alpha+\beta\,\bar{x}+\delta\,\bar{x}^2+\bar{x}>0,\ \bar{y}-\eta\,k\bar{y}^2<0\right\}$$

выражение (5) положительно, а в области $G_1\backslash G_2$ – отрицательно. Предположим, что точку W_1 окружает замкнутая траектория L системы (2). Дугу траектории L, расположенную в полуплоскости $\bar{y}<0$ $(\bar{y}>0)$ обозначим L_1 (L_2). Тогда дуга $\bar{L}_2$, симметричная дуге L_2 относительно прямой $\bar{y}=0$, расположена выше дуги L_1.

Поэтому имеет место равенство

$$\iint\limits_{D_1}(k+2\eta)\bar{y}\,d\bar{x}\,d\bar{y}=0,\qquad k+2\eta\neq 0,$$

где D_1 – односвязная область, содержащая точку W_1 и ограниченная дугами L_1 и $\bar{L}_2$. Отсюда следует, что

$$\iint_D (k + 2\eta)\,\bar{y}\,d\bar{x}\,d\bar{y} \neq 0, \tag{7}$$

где D – односвязная область, содержащая точку W_1 и ограниченная замкнутой кривой L. Но неравенство (7) противоречит существованию замкнутой траектории L, окружающей точку W_1.

Аналогично доказывается отсутствие у системы (2) замкнутой траектории, окружающей состояние равновесия W_2. Теорема доказана.

Список литературы

1. Zhang X. On the Limit Cycles of Quadratic Differential Systems/X. Zhang// Acta Mathematica Sinica. – 2002. – Vol. 18. – P. 803–816.

2. Черкас Л.А. Предельные циклы нормального размера квадратичных систем с негрубым фокусом/Л. А. Черкас, И.Л. Шевцов// Дифференциальные уравнения. – 2004. – Том40. – № 8. – С. 1076–1084.

3. Леонов Г.А. Критерий существования циклов в квадратичных системах/Г.А. Леонов// Вестн. С.-Петерб. гос. ун-та. Сер. 1: Математика, механика, астрономия. – 2007. – №3. – С. 1-29.

4. Сидоренко И.В. Предельные циклы некоторых классов квадратичных систем на плоскости/И.В. Сидоренко // Вестник БГУ. Сер. 1. Математика и информатика. – 2008. – № 3. – С. 63-68.

5. Леонов Г.А. Циклы двумерных систем. Компьютерные вычисления, доказательства, эксперименты/Г. А. Леонов, Н. В. Кузнецов, Е.В. Кудряшова// Вестн. С.-Петерб. гос. ун-та. Сер. 1: Математика, механика, астрономия. – 2008. – № 3. – С. 25-61.

6. Леонов Г.А. Критерий существования четырех предельных циклов в квадратичных системах/Г. А. Леонов // ПММ. – 2010. – Том 74. – Вып. 2. – С. 191-201.

7. Леонов Г.А. Предельные циклы в квадратичных системах со слабым фокусом/ Г.А. Леонов // Доклады РАН. – 2010. – Том 435. – № 4. – С. 447-450.

8. Тлячев В.Б. Состояния равновесия и смежные вопросы теории плоских полиномиальных векторных полей/В.Б. Тлячев, А.Д. Ушхо, Д. С. Ушхо // Дифференциальные Уравнения и Процессы Управления. – 2020. – № 1. – С. 30-53.

9. Alberich-Carramiñana M. Quadratic planar differential systems with algebraic limit cycles via quadratic plane Cremona maps/M. Alberich-Carramiñana, A. Ferragut, J. Llibre// Advances in Mathematics. – 2021. – Vol. 389. – 107924.

10. Llibre J. On the birth and death of algebraic limit cycles in quadratic differential systems/J. Llibre R. Oliveira, Y. Zhao// European Journal of Applied Mathematics. – 2021. – Vol. 32. – No 2. – P. 317 – 336.

11. Андронов А.А. Качественная теория динамических систем второго порядка / А.А. Андронов, Е.А. Леонтович, И.И. Гордон, А.Г. Майер. – М.: Наука, 1966. – 568 с.

УДК 517.95

О СТОХАСТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ УРАВНЕНИЯ ЛЕВИНСОНА-СМИТА, ВОЗМУЩЕННОГО «БЕЛЫМ ШУМОМ»

Шумафов М.М., *доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры математического анализа и методики преподавания математики, Адыгейский государственный университет, г. Майкоп, e-mail: magomet_shumaf@mail.ru*

Панеш Т.А., *старший преподаватель кафедры алгебры и геометрии, Адыгейский государственный университет, г. Майкоп, e-mail: tpanesh@ya.ru*

Хаваджа М.А., *аспирант кафедры математического анализа и методики преподавания математики, Адыгейский государственный университет, г. Майкоп, e-mail: nblm600@gmail.com*

Аннотация. *В докладе приведены достаточные условия асимптотической устойчивости по вероятности положения равновесия классического уравнения Левинсона-Смита, возмущенного случайным процессом «белого шума». Исследование устойчивости по вероятности проводится модифицированным вторым методом Ляпунова, развитым для стохастических дифференциальных уравнений.*

Ключевые слова: *случайный процесс, белый шум, винеровский процесс, стохастическое дифференциальное уравнение, устойчивость по вероятности.*

ON THE STOCHASTIC STABILITY OF THE LEVINSON-SMITH EQUATION PERTURBED BY "WHITE NOISE"

Shumafov M.M., *doctor of physics and mathematics, docent, professor of department of mathematical analysis and methodology of teaching mathematics, Adyghe State University, Maykop, e-mail: magomet_shumaf@mail.ru*

Panesh T.A., *senior lecturer of the department of algebra and geometry, Adyghe State University, Maykop, e-mail: tpanesh@ya.ru*

Havaja M.A., *post-graduate student of the department of mathematical analysis and methodology of teaching mathematics, Adyghe State University, Maykop, e-mail: nblm600@gmail.com*

Annotation. *In this talk sufficient conditions for asymptotic stability in probability of equilibrium position of the classical Levinson-Smith's equation driven by random "white noise" type process are given. The study of the stability property is*

carried out by the Lyapunov-like second method developed for stochastic differential equations.

Key words: *random process, white noise, Wiener process, stochastic differential equation, stability in probability.*

Introduction. Over the last five decades, the theory of stochastic differential equations has developed rapidly. Many results concerning the stochastic stability were obtained by Kushner [6], Khasminskii [4], L. Arnold [1], Friedman [2], Mao [8] (see also bibliography in these books) and other researchers. As it is for deterministic systems, Lyapunov theory of stability is also a powerful tool for stability of stochastic differential equations. In the above-mention books there are expounded the main ideas of Lyapunov's direct method (or the Lyapunov's second method or the method of Lyapunov's functions) for study of stability property of solutions to stochastic differential equations. The stability property and related questions for some classes of linear and nonlinear second-order stochastic differential equations and systems was studied in papers ([5], [12] – [18]) by Lyapunov-like functions method. Some special cases of equations and systems are considered in books ([1], [4], [6], [8]). There are several surveys on stability problem on related ones for stochastic differential equations considered by Lyapunov-like techniques ([9], [10], [19], [20]).

The aim of this talk is to present a new effective sufficient conditions for asymptotic stability in probability in the large of equilibrium position of the classical Levinson-Smith's equation driven by random white noise type process.

Stochastic Stability. Here we give some preliminaries facts from the stability theory of stochastic differential equations. Consider an n-dimensional autonomous stochastic differential equation (SDE) in the Ito sense

$$dx(t)=f\left(x(t)\right)dt+\sigma\left(x(t)\right)d\mathrm{w}(t), \tag{1}$$

Where $x(t)\equiv x(t,\omega)\in\mathbb{R}^n$ ($t\geq 0$, $\omega\in\Omega$ is the stochastic parameter), $f\colon\mathbb{R}^n\to\mathbb{R}^n$, $\sigma\colon\mathbb{R}^n\to\mathbb{R}^{n\times m}$ are measurable vector-valued and matrix-valued functions respectively, $\mathrm{w}(t)=\left(\mathrm{w}_1(t,\omega),\dots,\mathrm{w}_m(t,\omega)\right)$ is an m-dimensional Wiener process on a probability space $(\Omega,\mathcal{F},\mathrm{P})$ with respect to a given filtration $\mathcal{F}_t\subset\mathcal{F}$ generated by Wiener process $\mathrm{w}(t)$ (the sign T denotes transposition).With a *solution* of the SDE (1) it is understood a stochastic process $x(t,\omega)$, $t\geq 0$, such that:

1) $x(t,\omega)$ is continuous in t for almost all $\omega\in\Omega$ and the random variable $x(t,\omega)$ is $\mathcal{F}_t$-measurable for every $t\geq 0$;

2) $f(x(t,\omega))\in L^1([0,+\infty),\mathbb{R}^n)$ and $\sigma(x(t,\omega))\in L^2([0,+\infty),\mathbb{R}^{n\times m})$ almost surely, i.e. with probability 1;

3) the stochastic integral equality

$$x(t,\omega)=x(0,\omega)+\int_0^t f\left(s,x(s,\omega)\right)ds+\int_0^t\sigma\left(s,x(s,\omega)\right)d\mathrm{w}(s)$$

holds for every $t \geq 0$ almost surely (the last integral on the right hand side is an Ito integral).

Suppose that both f and σ satisfy the local Lipschitz condition and the linear growth condition. For simplicity, let us assume that the initial datum $x_0(\omega) = x_0 \in \mathbb{R}^n$ is constant with probability 1. Then it is known ([1], [2], [4], [6], [8]) that for any $x_0 \in \mathbb{R}^n$ the equation (1) admits a unique global (i.e. defined on $[0, +\infty)$) solution $x(t, \omega; x_0)$, satisfying the initial condition $x(0, \omega; x_0) = x_0$. ("Unique" means that if $x(t, \omega)$ and $y(t, \omega)$ are solutions of (1) with the same initial value x_0, then $\mathrm{P}\{x(t,\omega) = y(t,\omega) \ \textit{for all } t \geq 0\} = 1$.) Define an operator L, associated with SDE (1), acting on C^2 functions $V\colon \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ by

$$LV(x) = (V_x(x), f(x)) + \frac{1}{2}\left(\sigma(x)\sigma(x)^{T} V_x(x),\ V_x(x)\right),$$

where $V(x) = \left(\partial V/\partial x_1, \dots, \partial V/\partial x_n\right)^{T}$, $(*\ ,\ *)$ denotes the inner product.

Assume that $f(0) = 0$ and $\sigma(0) = 0$, so that the equation (1) admits the zero solution $x(t, \omega) \equiv 0$. Denote by $x(t, \omega; x_0)$ the solution of (1) with initial condition $x(0, \omega; x_0) = x_0$.

Definition 1 ([4]). The zero solution $x(t, \omega) \equiv 0$ of equation (1) is said to be stable in probability for $t > 0$ if for any $\varepsilon > 0$

$$\lim_{x_0 \to 0} \mathrm{P}\left\{\omega : \sup_{0 \leq t < \infty} \|x(t, \omega\ ;\ x_0)\| > \varepsilon\right\} = 0.$$

Definition 2 ([4]). The zero solution $x(t, \omega) \equiv 0$ of equation (1) is said to be asymptotically stable in probability if it is stable in probability and if moreover

$$\lim_{x_0 \to 0} \mathrm{P}\left\{\omega : \lim_{t \to \infty} \|x(t, \omega\ ;\ x_0)\| = 0\right\} = 1.$$

Definition 3 ([4]). The trivial solution $x(t, \omega) \equiv 0$ of equation (1) is said to be asymptotically stable in probability in the large if it is stable in probability and for any $x_0 \in \mathbb{R}^n$

$$\mathrm{P}\left\{\omega : \lim_{t \to \infty} \|x(t, \omega\ ;\ x_0)\| = 0\right\} = 1.$$

The following two theorems 1 and 2 are stochastic analogs of the well-known classical theorems of Lyapunov for deterministic systems.

Theorem 1 ([6, p. 38], [4, p. 152]). *Suppose that there exists a positive-definite (in Lyapunov's sense) function* $V(x) \in C_0^2(\mathrm{B}_h, \mathbb{R}^n)$ *such that* $LV(x) \leq 0$ *for* $x \neq 0$. *Then the zero solution* $x(t, \omega) \equiv 0$ *of equation* (1) *is stable in probability.*

Theorem 2 ([6, p. 39, 41], [4, p. 155, 158]). *Suppose that there exists a positive-definite (in Lyapunov's sense) function* $V(x) \in C_0^2(\mathrm{B}_h, \mathbb{R}^n)$ *such that* $LV(x)$ *is negative-definite on* $\mathrm{B}_h \setminus \{0\}$: $LV(x) < 0$ *for* $x \neq 0$. *Then the zero solution* $x(t, \omega) \equiv 0$ *of equation* (1) *is asymptotically stable in probability.*

If, in addition, $V(x)$ *is defined on* $\mathbb{R}^n$ $(\mathrm{B}_h = \mathbb{R}^n, h = \infty)$ *and* $\mathrm{V}(x) \to \infty$ *as* $\|x\| \to \infty$*, then the zero solution* $x(t,\omega) \equiv 0$ *is stochastically asymptotically stable in the large.*

In recent years, the classical theorems on stability and asymptotic stability for stochastic differential equations as well the original ideas have been refined, generalized and extended in various aspects and directions (see surveys [10], [11], [20]).

Stochastic Stability of the Levinson-Smith's equation driven by white noise. The Levinson-Smith's equation is a generalization of the classical nonlinear second-order Lienard's differential equation the intensive studying of which was motivated by problems from nonlinear oscillations (see, for instance, [3], [7]). Here we consider unforced Levinson-Smith equation driven by random process of the type of white noise. We present some new sufficient conditions for asymptotic stability in probability in the large of equilibrium position of the Levinson-Smith's equation driven by white noise.

Consider the Levinson-Smith equation perturbed by white noise

$$\ddot{x} + f(x,\dot{x})\dot{x} + g(x) = \sigma(\dot{x})\dot{w}(t) \tag{2}$$

where $x = x(t,\omega)$ is an unknown random function of time $t \geq 0$ and random parameter ω, $f: \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$, $g: \mathbb{R} \to \mathbb{R}$, $\sigma: \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ are scalar functions, $\dot{w}(t)$is a white-noise. The functions f, g and σ have the following mechanical meaning: $-g(x)$ is a restoring force, $-f(x,\dot{x})\dot{x}$ is a dissipative force ($f(x,\dot{x})$ is a friction), $\sigma(\dot{x})^2$is the intensity of the white noise $\dot{w}(t)$.

Assume that the functions f, g and σ satisfy the local Lipschitz condition, and $f(0,0) = g(0) = \sigma(0) = 0$.

The equation (2) can be interpreted in two different senses: Ito's or Stratonovich's ones. (Note that there is a connection between them [4].) We dwell on the first one. By setting $y(t) = \dot{x}(t)$, introduce a random vector-function $z(t) = (x(t,\omega), y(t,\omega))$. Then the equation (1) can be written as the two-dimensional Ito stochastic differential equation or as the system of Ito stochastic equations

$$dx(t) = y(t)dt, \quad dy(t) = \left[-g\left(x(t)\right) - y(t) f\left(x(t), y(t)\right)\right]dt + \sigma\left(y(t)\right)dw(t), \tag{3}$$

where $w(t)$ is an one-dimensional Wiener process.

The following theorem holds.

Theorem 3. *Suppose that there exist positive numbers* b *and* σ_0 *such that the following conditions are satisfied for the system* (3)

1) $f(x,y) > b$ *for all* x, y,

2) $xg(x) > 0$ *for all* $x \neq 0$ *and* $\int_0^x g(s)ds \to +\infty$ *as* $|x| \to \infty$,

3) $0 < \dfrac{\sigma(y)}{y} < \sigma_0^2$,

4) $\sigma_0^2 < 2b$.

Then the trivial solution $\left(x(t)\equiv 0,\ y(t)\equiv 0\right)$ *of the system* (3) *is asymptotically stable in probability in the large. Furthermore, the following estimate holds for any solution* $\left(x(t),\ y(t)\right)$ *of* (3)

$$\mathrm{P}\left\{\sup_{0\le t<\infty} \mathrm{V}\left(x(t), y(t)\right) \ge m\right\} \le \mathrm{V}\left(x_0, y_0\right)/m,\ m>0,$$

where $\mathrm{V}(x,y) = y^2/2 + \int_0^x g(s)\,ds$, *the initial data* $x(0)=x_0$, $y(0)=y_0$ *are such that* $(x_0, y_0) \in \left\{(x,y) : \mathrm{V}(x,y) < m\right\}$. (*Here* P *denotes the probability.*)

In addition, $\left(x(t), y(t)\right) \to (0,0)$ *with probability at least* $1-\mathrm{V}(x_0, y_0)/m$.

One can also derive sufficient conditions for asymptotic stability in probability in the case when $\sigma(y)$ are replaced by $\sigma(x,y)$. The proof of the above theorem is based on the use of Lyapunov-like method of auxiliary functions developed for stochastic differential equations [4]. Different sufficient conditions for the stochastic stability in the large and in mean square of solutions of the systems of the type of (3) were obtained earlier in [12].

References

1. Arnold, L. Stochastic Differential Equations: Theory and Applications/L. Arnold. – John Wiley and Sons: New York, 1974. 228p.

2. Friedman, A. Stochastic Differential Equations and Applications/A. Friedman. – vol. I. Academic Press, 1975. 248p.

3. Hale, J.K. Ordinary Differential Equations/J.K. Hale. – Dover Publications, INC. Mineola, New York, 1997. 361p.

4. Khas’minskii, R.Z. Stochastic Stability of Differential Equations/R.Z. Khas’minski. – 2nd ed., Springer: Heidelberg Dordrecht London - New York, 2012. 339p. (Translation from the Russian edition, Moscow, Nauka, 1969).

5. Kushner, H.J. On the construction stochastic Lyapunov functions/H.J. Kushner //IEEE Trans. Autom. Control. 1965. Vol.10. No. 4. P. 477–478.

6. Kushner, H.J. Stochastic Stability and Control/H.J. Kushner. – Academic Press, New York, 1967. 198 p.

7. Lefschetz, S. Geometric theory of differential equations/S. Lefschetz. – Interscience Publishers, New York – London, 1957. 400p.

8. Mao, X. Stochastic Differential Equations and Applications/X. Mao. – 2nd ed. Horwood Publishing Limited, Chichester, UK, 2007. 422 p.

9. Mao, X. Lyapunov’s Second Method for Stochastic Differential Equations/X. Mao// Proceedings of Intern. Conference on Differential Equations, Vol.1. Berlin, 1999, pp.136-141.

10. Pakshin, P.V. Stochastic problems for absolute stability/P.V. Pakshin, V.A. Ugrinovskii//Autom. Remote Control. 2006. Vol. 67, No. 11. P. 1811–1846.

11. Shumafov, M.M. Second-Order Stochastic Differential Equations: Stability, Dissipativity, Periodicity. V. – A Survey/M.M. Shumafov// The Bulletin of the

Adyghe State University. Ser. "Natural-Mathematical and Technical Sciences". Iss. 3. 2021. P. 11–27.

12. Shumafov, M.M. On the construction of Lyapunov functions for some second order nonlinear stochastic differential equations and questions of stability/M.M. Shumafov//Differentsial'nye Uravneniya. 1981. Vol. 17. No 6. P. 1143–1145.

13. Shumafov, M.M. On the dissipativity of random processes defined by some nonlinear second order differential equations/M. M. Shumafov// Differentsial'nye Uravn. 1993. V. 29 (1). 175–176.

14. Shumafov, M.M. On the dissipativity of solutions of the second order stochastic differential equations/M.M. Shumafov// Vestnik Adygeyskogo universiteta. Ser. 4: Estestv.-matemat. i tekh. nauki. 2008. No 4. P. 11–17. (In Russian)

15. Shumafov, M.M. On the stability of a second-order nonlinear stochastic system/M. M. Shumafov// Trudy Fiz. Obsch. Resp. Adygeya (FORA). 2002. №7. P. 98-102.

16. Shumafov, M.M. On the stochastic stability of a nonlinear system perturbed by a "white" noise random process/M. M. Shumafov// Trudy Fiz. Obsch. Resp. Adygeya 1999 (№4). 118-124.

17. Shumafov, M.M. On the Stochastic Stability of Some Two-Dimensional Dynamical Systems/M. M. Shumafov// Differential Equations. 2010. Vol.46. №6. P. 901-905.

18. Shumafov, M.M. Construction of Lyapunov functions for the second-order linear stationary stochastic systems/M. M. Shumafov, V.B. Tlyachev//Itogi Nauki i Tekhniki. Ser. Sovremennaya Matematika i ee Prilozheniya. Tematicheskie Obzory. 2018. Vol.149. P. 118–128.

19. Hogsbro, T. U. A Survey of Lyapunov Techniques for Stochastic Differential Equations/T. U. Hogsbro// IMM Tech. Report, nr. 18-1997.

20. Visentin, F. A Survey on Stability for Stochastic Differential Equations/F. A. Visentin// Scientiae Mathematicae Japonicae, 2013, 76, No. 1, pp. 147–152.

УДК 517.925.4

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОПЕРАТОРОМ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ

Эфендиев Б.И., *кандидат физико-математических наук,*
Институт прикладной математики и автоматизации, г. Нальчик
e-mail: beslan_efendiev@mail.ru

Аннотация. *В работе исследуется линейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка с оператором непрерывно распределенного дифференцирования с переменными коэффициентами, и для него изучается двухточечная краевая задача методом функции Грина. Вводится в рассмотрение специальная функция, в терминах которой строится функция Грина задачи Дирихле и доказываются основные свойства.*
Ключевые слова: *оператор дробного интегро-дифференцирования, оператор непрерывно распределенного дифференцирования, задача Дирихле.*

BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR A SECOND-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATION WITH A DISTRIBUTED DIFFERENTIATION OPERATOR

Efendiev B.I., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Institute of Applied Mathematics and Automation, Nalchik
e-mail: beslan_efendiev@mail.ru

Annotation. *The paper investigates a linear ordinary differential equation of the second order with an operator of continuously distributed differentiation with variable coefficients, and a two-point boundary value problem is studied for it by the Green function method. A special function is introduced into consideration, in terms of which the Green function of the Dirichlet problem is constructed and the basic properties are proved.*
Keywords: *fractional integro-differentiation operator, continuously distributed differentiation operator, Dirichlet problem.*

В интервале $0 < x < l$ рассмотрим уравнение

$$u''(x) - q(x) \int_0^\beta \mu(\alpha) D_{0x}^\alpha [p(x)u(x)] d\alpha = f(x), \qquad 0 < \beta < 1, \tag{1}$$

где

$$D_{0x}^\alpha u(x) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dx} \int_0^x (x-t)^{-\alpha} u(t) dt,$$

- оператор дробного дифференцирования в смысле Римана-Лиувилля порядка α [1, стр. 9], $\Gamma(z)$ - гамма-функция Эйлера, $\mu(\alpha)$, $p(x)$, $q(x)$, $f(x)$ - заданные функции.

Регулярным решением уравнения (1) в интервале $]0,l[$ назовем функцию $u(x)$, принадлежащую классу $C[0,l] \cap C^2]0,l[$, и удовлетворяющую уравнению (1) во всех точках $x \in]0,l[$.

Задача. *Найти регулярное решение $u(x)$ уравнения (1) в интервале $]0,l[$, удовлетворяющее условиям*

$$u(0) = u_0, \qquad u(l) = u_l, \tag{2}$$

где u_0, u_l - заданные константы.

Теорема. Пусть $\mu(\alpha) \in L[0,\beta]$, $p(x) \in Lip[0,l]$, $q(x) \in AC[0,l]$, $f(x) \in L[0,l] \cap C]0,l[$. Тогда при выполнении условия $\Gamma(l,0) \neq 0$ существует единственное регулярное решение задачи (1), (2). Решение имеет вид

$$u(x) = -u_0 G_t(x,0) + u_l G_t(x,l) + \int_0^l G(x,t)f(t)dt,$$

где

$$G(x,t) = H(x-t)\Gamma(x,t) - \frac{\Gamma(x,0)\Gamma(l,t)}{\Gamma(l,0)}$$

- функция Грина задачи (1), (2),

$$\Gamma(x,t) = x - t + \int_t^x (x-s)R(s,t)ds$$

- фундаментальное решение уравнения (1),

$$R(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} K_n(x,t), \qquad K_1(x,t) = q(x)\int_0^\beta \mu(\alpha) D_{tx}^\alpha[(x-t)p(x)]d\alpha,$$

$$K_{n+1}(x,t) = \int_t^x K_n(x,s)K_1(s,t)ds, \qquad n \in N.$$

Список литературы

1. Нахушев, А.М. Дробное исчисление и его применение/А.М. Нахушев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 272с.

УДК 519.63

APPLICATION OF ADI METHOD FOR NUMERICAL SOLUTION OF ELLIPTIC 2D DIFFERENTIAL EQUATIONS

Patriks Morevs, *Lecturer*
Liepaja University, Liepaja, Latvia e-mail: acentrs@liepu.lv

Khudzhina M. V. *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,*
Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, e-mail: fitm@nvsu.ru

Dzhambetov E. M. *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: xazar-76@mail.ru

Karakozov S.D. *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*
Moscow Pedagogical State University, Moscow, e-mail: sd.karakozov@mpgu.edu

Abstract*. Use of ADI has imporoved computation time of the Nodal type difference scheme for 2d elliptic partial differential equations. Case for Helmholtz and absorption equation are considered.*

Keywords*: ADI, Helmholtz Equation, Numerical Methods*

Introduction

In this work a new nodal type method (a functional nodal method) is proposed for numerical solution of 2D Helmholtz equation basing on decomposition is space. Here it is assumed that Helmholtz equation is elliptic equations namely Helmholtz and absorption equations, which differ from each other with a sign of the coefficient before the unknown function.

Nowadays it is very common to use computers, which are small enough to put into pockets. We are also used to the whole range of wonderful devices, for example, in the field of medicine, which help us quickly diagnose health problems and cure them. Our world is full of fascinating devices. And what makes the basis for construction thereof. If we consider more deeply any of the modern technologies, we will come to the conclusion that the basis is formed by mathematical equations, which describe physical processes and therefore allow us making research and construct new devices on the basis thereof. Modern technologies are based on semiconductors and the processes occurring therein. The theory of semiconductors is a very rapidly developing subject and among one of the subjects of study there is absorption equation, which describes the behaviour of electrons in crystals. Lots of different equations, which are essential for the modern science can be reduced either to Helmholtz or absorption equation. For instance, the physical processes describing acoustic phenomena can be described by Helmholtz type equations. Maxwell equations can be also reduced to Helmholtz equation in some cases. As to absorption equations, it is used in tomography research, as well as in semiconductor physics. According to the number of articles devoted to numerical solution of Helmholtz type equations it is possible to conclude that numerical solution of these equations is a question of interest. There are certain difficulties in numerical solution of Helmholtz type equations due to its oscillatory nature. This article gives an overview of a so-called flux method, which allows constructing a difference scheme for Helmholtz type equations and which is competitive in respect to other existing methods.

Few words about the flux method

The basic idea of a flux method is to obtain the difference scheme for elliptic type differential equations by first obtaining the flux of the solution function at the borders of a space cell, and then setting the fluxes equal at the borders with adjacent cells in each of the directions. In 2D case these directions are x and y. Fluxes are obtained by averaging the equation within one space cell. The equation is averaged within one space cell in order to decrease the dimension of the equation. Thus, by averaging, it is possible to obtain two 1D equations from one 2D equation.

The Helmholthz equation

Consider elliptic type differential equation:

$$G_x D_x \frac{\partial^2}{\partial x^2} U(x,y) + G_y D_y \frac{\partial^2}{\partial y^2} U(x,y) + P(x,y) * U(x,y) = 0$$

where G are Lame coefficients, D - diffusion coefficients and P(x,y) is a known function, which is always positive.

Now consider the domain W: $[a_x,a_y]$ x $[b_x,b_y]$. Suppose the Helmholtz equation has solution within this domain and on the borders thereof, and the solution is expressed by the function U(x,y), which is supposed to be continuous. To numerically solve the equation (1) it is necessary to apply a mesh on the domain W. Consider even rectangle mesh to be applied on the domain, where h is step in space, equal in both directions. Now the domain is divided into cells. Consider the following actions with the equation (1) within a cell.

Construction of the difference scheme for the Helmholtz equation

The construction of the difference scheme is based on the assumption that averaged fluxes in adjacent cells are continuous. It concerns the fluxes in both directions, that is x and y directions. In order to construct the difference scheme in each of the directions, it is necessary to obtain the averaged solution in the considered cell, that is Fij for the cell (i,j). Such averaged solution can be obtained in two analogue ways. Assume that Fij is obtained by one way, and Fji - by the other way. As it was said before, both averaged solutions should be equal and therefore, Fij=Fji. As it is known from the above, the Helmholtz equation is divided into two 1-D equations. For each of these two equations a difference scheme should be constructed. Consider construction of the difference scheme. The first step is:

Consider such 1-D equation:

$$(GD)_x \frac{d^2}{dx^2} u_j(x) + \sigma u_j(x) = (L)_y$$

where s³0, and L_y is all that remains after integration of the 2-D equation (1) in y direction, namely

$$(L)_y = \frac{(G_y)_{ij}}{h^2\gamma}\{J_{ij+1/2} - J_{ij-1/2}\}$$

where h is step in the x direction and g is the ratio of the step in the y (j) direction in respect to the x (i) direction, namely h_j/h_i.

The general analytical solution of the equation above can be written in such form in respect to the point $x_{i-\frac{1}{2}}$:

$$\Phi_j(x) = \frac{L_y}{a} + c_1 Cos[\frac{\sqrt{a}(x - x_{i+\frac{1}{2}})}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}] + c_2 Sin[\frac{\sqrt{a}(x - x_{i+\frac{1}{2}})}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}]$$

where constants c_1 and c_2 are found by using the Dirichlet boundary conditions. Note that x changes within one cell, that is -h£x£0, where h is the step in x direction of the mesh M. The equation above can be written in more simplified form, that is

$$\Phi_j(x) = \frac{L_y}{a} + Cos[\frac{\sqrt{a}(x)}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}]C[1] + Sin[\frac{\sqrt{a}(x)}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}]C[2]$$

Notice that constants C[1] and C[2] are the following:

$$C[1] = -(\frac{L_y}{a} - \Phi_{i+\frac{1}{2},j})$$

$$C[2] = Csc[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i-\frac{1}{2},j}) - Cot[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i+\frac{1}{2},j})$$

Thus, the equation for Fj(x) takes the form:

$$\Phi_j(x) = \frac{L_y}{a} - Cos[\frac{\sqrt{a}(x)}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i+\frac{1}{2},j}) + Sin[\frac{\sqrt{a}(x)}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](Csc[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i-\frac{1}{2},j})$$

$$-Cot[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i+\frac{1}{2},j}))$$

Consider expression for flux:

$$J_{i\pm\frac{1}{2},j} = -h * \gamma * \lim_{x\to x_0} D_x \frac{d}{dx}\Phi_j(x)$$

where g is the ratio between the steps in x and y directions correspondingly, and x_0 is the value of x at the both borders of the cell.

The next step is to find fluxes at the borders of the considered cell. As at the points (i-1/2,j) and (i+1/2,j) the corrseponding values of the x coordinate or variable are -h and 0, the expressions for flux take such form:

$$J_{i-\frac{1}{2},j} = -h * \gamma * \lim_{x\to -h} D_x \frac{d}{dx}\Phi_j(x)$$
$$= \frac{h * \gamma * \sqrt{a} * \sqrt{D_x}}{\sqrt{G_x}} Csc[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - Cos[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i-\frac{1}{2},j}) - \Phi_{i+\frac{1}{2},j}),$$

$$J_{i+\frac{1}{2},j} = -h * \gamma * \lim_{x\to 0} D_x \frac{d}{dx}\Phi_j(x)$$
$$= \frac{h * \gamma * \sqrt{a} * \sqrt{D_x}}{\sqrt{G_x}} Csc[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](-\frac{L_y}{a} + Cos[\frac{h\sqrt{a}}{\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\frac{L_y}{a} - \Phi_{i+\frac{1}{2},j}) + \Phi_{i-\frac{1}{2},j}),$$

For further steps it will be necessary to know the sum of the fluxes and the difference of the fluxes, which are expressed in such form:

$$J_{i-\frac{1}{2},j} + J_{i+\frac{1}{2},j} = \frac{h*\gamma*\sqrt{a}*\sqrt{D_x}}{\sqrt{G_x}} Cot[\frac{h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](\Phi_{i-\frac{1}{2},j} - \Phi_{i+\frac{1}{2},j}),$$

for the flux sum.

$$J_{i+\frac{1}{2},j} - J_{i-\frac{1}{2},j} = \frac{h*\gamma*\sqrt{a}*\sqrt{D_x}}{\sqrt{G_x}} Tan[\frac{h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](-2\frac{L_y}{a} + \Phi_{i-\frac{1}{2},j} + \Phi_{i+\frac{1}{2},j}),$$

From the last expression it is possible to express L_y that will be needed later on. The expression for takes the form:

$$L_y = -\frac{a*\sqrt{G_x}}{2\gamma h\sqrt{D_x}} Cot[\frac{h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](J_{i+\frac{1}{2},j} - J_{i-\frac{1}{2},j}) + \frac{a}{2}(\Phi_{i-\frac{1}{2},j} + \Phi_{i+\frac{1}{2},j}),$$

Now, it is necessary to integrate the expression and to obtain the averaged solution Fji of the Helmholtz equation within one single cell. In order to find such averaged solution Fji it is necessary to integrate the expression in the x direction within one cell, namely in the interval between -h and 0.

Now, as Fji is obtained it is necessary to obtain Fij, which has to be equal to Fji. For this purpose, the 2D Helmholtz equation should be first integrated in x direction. Then, a 1D equations will be obtained, which is very similar to the procedure above, namely:

$$G_y D_y \frac{d^2}{dy^2}\Phi_i(y) + a\Phi_i(y) = L_x$$

where s³0, and L_x is all that remains after integration of the 2-D equation in x direction, namely

$$(L)_x = \frac{(G_x)_{ij}}{h_i\, h_j}\{J_{i+1/2\,j} - J_{i-1/2\,j}\}$$

The general analytical solution of the equation in this direction can be written in such form in respect to the point $y_{j-\frac{1}{2}}$:

$$\Phi_i(x) = \frac{L_x}{a} + c_3 Cos[\frac{\sqrt{a}(y - y_{j+\frac{1}{2}})}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}] + c_4 Sin[\frac{\sqrt{a}(y - y_{j+\frac{1}{2}})}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}]$$

where constants c_3 and c_4 are found by using the Dirichlet boundary conditions. Note that y changes within one cell, that is -g*h£x£0, where g*h is the step in y direction of the mesh M and g is the ratio h_j/h_i, where h_j and h_i are steps of the mesh in y and x directions respectively. The equation can be written in more simplified form, that is

$$\Phi_i(y) = \frac{L_x}{a} + Cos[\frac{\sqrt{a}(y)}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}]C[3] + Sin[\frac{\sqrt{a}(y)}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}]C[4]$$

Notice that constants C[3] and C[4] are the following:

$$C[3] = -(\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}})$$

$$C[4] = Csc[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j-\frac{1}{2}}) - Cot[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}})$$

Thus, the equation for Fi(y) takes the form:

$$\Phi_i(y) = \frac{L_x}{a} - Cos\left[\frac{\sqrt{a}(y)}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}\right]\left(\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}\right)$$
$$+Sin[\frac{\sqrt{a}(y)}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](Csc[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j-\frac{1}{2}}) - Cot[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}))$$

Consider expression for flux:

$$J_{i,j\pm\frac{1}{2}} = -h * \lim_{y\to y_0} D_y \frac{d}{dy}\Phi_i(y),$$

where y_0 is the the value of y at the both borders of the cell.

The next step is to find fluxes at the borders of the considered cell. As at the points (i,j-1/2) and (i,j+1/2) the corrseponding values of the y coordinate or variable are -g h and 0, the expressions for flux take such form:

$$J_{i,j-\frac{1}{2}} = -h * \lim_{y\to -\gamma h} D_y \frac{d}{dy}\Phi_i(y)$$
$$= \frac{h * \sqrt{a} * \sqrt{D_y}}{\sqrt{G_y}} Csc[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - Cos[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j-\frac{1}{2}}) - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}),$$
$$J_{i,j+\frac{1}{2}} = -h * \lim_{y\to 0} D_y \frac{d}{dy}\Phi_i(y)$$
$$= \frac{h * \sqrt{a} * \sqrt{D_y}}{\sqrt{G_y}} Csc[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](-\frac{L_x}{a} + Cos[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\frac{L_x}{a} - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}) + \Phi_{i,j-\frac{1}{2}}).$$

For further steps it will also be necessary to know the sum of the fluxes and the difference of the fluxes as for the previous case, which are expressed in such form:

$$J_{i,j-\frac{1}{2}} + J_{i,j+\frac{1}{2}} = \frac{h * \sqrt{a} * \sqrt{D_y}}{\sqrt{G_y}} Cot[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\Phi_{i,j-\frac{1}{2}} - \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}),$$

for the flux sum. And the following expression is for the flux difference:

$$J_{i,j+\frac{1}{2}} - J_{i,j-\frac{1}{2}} = \frac{h * \sqrt{a} * \sqrt{D_y}}{\sqrt{G_y}} Tan[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](-2\frac{L_x}{a} + \Phi_{i,j-\frac{1}{2}} + \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}),$$

From this expression it is possible to express L_x that will be needed later on. It takes this form:

$$L_x = -\frac{a * \sqrt{G_y}}{2h\sqrt{D_y}} Cot[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](J_{i,j+\frac{1}{2}} - J_{i,j-\frac{1}{2}}) + \frac{a}{2}(\Phi_{i,j-\frac{1}{2}} + \Phi_{i,j+\frac{1}{2}}),$$

Now, it is necessary to integrate the expression to obtain the averaged solution Fij of the Helmholtz equation within one single cell. In order to find such averaged solution Fij it is necessary to integrate the expression in y direction within one cell, namely in the interval between -gh and 0.

Now as both of the averaged expressions Fij and Fji are found, and as it is known that both of them are equal, it is worth to set them equal. From this equality it is possible to express the fluxes. Then, knowing the fluxes, it will be possible to construct difference schemes for each of the directions. For example, in order to construct the difference scheme for x direction it is necessary to use only two of the fluxes.

Setting the expressions equal, it is obtained that Fij=Fji, namely:

$$\frac{L_y}{a}+\frac{\sqrt{D_x}*\sqrt{G_x}}{h*\sqrt{a}}Tan[\frac{h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}](-2\frac{L_y}{a}+\varPhi_{i-\frac{1}{2},j}+\varPhi_{i+\frac{1}{2},j})-\Delta x\frac{d}{dx}\varPhi_j(x)/_{x=-\frac{h}{2}}$$
$$-\frac{\Delta x^2}{2}\frac{d^2}{dx^2}\varPhi_j(x)/_{x=-\frac{h}{2}}$$
$$=\frac{L_x}{a}+\frac{\sqrt{D_y}*\sqrt{G_y}}{\gamma h*\sqrt{a}}Tan[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](-2\frac{L_x}{a}+\varPhi_{i,j-\frac{1}{2}}+\varPhi_{i,j+\frac{1}{2}})$$
$$-\Delta y\frac{d}{dy}\varPhi_i(y)/_{y=-\frac{\gamma h}{2}}-\frac{\Delta y^2}{2}\frac{d^2}{dy^2}\varPhi_i(y)/_{y=-\frac{\gamma h}{2}}.$$

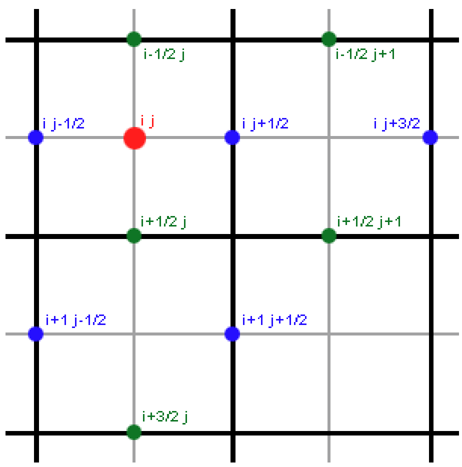
Please, notice that here the additional terms, namely containing Dx and Dy are not included in the open form for simplicity. However, consider them to be present,

From this equality it is possible to obtain the flux differences in both directions. It depends on the way L_y and L_x are expressed. There are two ways possible.

Consider construction of the difference scheme for the x direction. The flux difference for this case looks like this:

$$J_{i+\frac{1}{2},j}-J_{i-\frac{1}{2},j}$$
$$=R*(\gamma h\sqrt{a}(2(\Delta y\frac{d}{dy}\varPhi_i(y)/_{y=-\frac{\gamma h}{2}}+\frac{\Delta y^2}{2}\frac{d^2}{dy^2}\varPhi_i(y)/_{y=-\frac{\gamma h}{2}}$$
$$-\Delta x\frac{d}{dx}\varPhi_j(x)/_{x=-\frac{h}{2}}-$$
$$-\frac{\Delta x^2}{2}\frac{d^2}{dx^2}\varPhi_j(x)/_{x=-\frac{h}{2}})+\varPhi_{i-\frac{1}{2},j}+\varPhi_{i+\frac{1}{2},j})-2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}Tan[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}](\varPhi_{i,j-\frac{1}{2}}+\varPhi_{i,j+\frac{1}{2}})),$$

Where



$$R=\frac{\gamma hha\sqrt{D_x}}{\gamma hha\sqrt{G_x}Cot[\frac{h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_x}\sqrt{G_x}}]-4G_x\sqrt{D_x}\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}Tan[\frac{\gamma h\sqrt{a}}{2\sqrt{D_y}\sqrt{G_y}}]}$$

Now, knowing the difference of the fluxes as well as the sum of the fluxes, it is possible to find the expression for each flux.

At last, it is now possible to construct the difference scheme for the Helmholtz equation for the x direction. The difference scheme is constructed on the assumption that fluxes of the adjacent cells are equal. Consider two adjacent cells with the coordinates (i, j) and (i+1, j) respectively. In the first cell, namely (i, j), there are two fluxes at the borders. The fluxes in the next cell, namely (i+1, j) can be found by changing indexes of the by one in i directions. So, taking into account the assumption that at the border connecting two adjacent cells (i, j) and (i+1, j) the fluxes are equal it is natural to construct the difference scheme.

Now it is possible to construct the difference scheme for the x direction:

$$Q_{ij} = \frac{1}{4}\left(\frac{1}{\beta_x}\frac{2(\cos\beta_x - 1)}{\sin\beta_x} + 1\right), \quad S_{ij} = \frac{1}{2}\frac{D_x h_j}{h_i}\beta_x\left(\frac{1+\cos\beta_x}{\sin\beta_x}\right),$$

$$(T_x)_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\cos\beta_x - 1}{\beta_x \sin\beta_x}\right), \quad (T_y)_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\cos\beta_y - 1}{\beta_y \sin\beta_y}\right),$$

$$R_{ij} = \frac{h_i}{h_j D_x}\frac{\sin\beta_x}{2\beta_x(\cos\beta_x - 1)} - \frac{G_x}{h_i h_j \sigma}\frac{2(\cos\beta_y - 1)}{\beta_y \sin\beta_y}$$

$$\begin{aligned}
&-Q_{i+1j}\{F_{i+3/2j} + F_{i+1/2j}\} - Q_{ij}\{F_{i+1/2j} + F_{i-1/2j}\} + S_{i+1j}R_{i+1j}\{F_{i+3/2j} - F_{i+1/2j}\} - \\
&- S_{ij}R_{ij}\{F_{i+1/2j} - F_{i-1/2j}\} + (T_x)_{i+1j}\{F_{i+3/2j} + F_{i+1/2j}\} + (T_x)_{ij}\{F_{i+1/2j} + F_{i-1/2j}\} - \\
&- (T_y)_{i+1j}\{G_{i+1j+1/2} + G_{i+1j-1/2}\} - (T_y)_{ij}\{G_{ij+1/2} + G_{ij-1/2}\} = 0.
\end{aligned}$$

$$\beta_x = h_i\sqrt{\frac{\sigma}{G_x D_x}}, \quad \beta_y = h_j\sqrt{\frac{\sigma}{G_y D_y}}.$$

In the same manner, the difference scheme in y direction is obtained.

ITERATIVE METHODS FOR SOLUTION OF ELLIPTIC EQUATIONS

To solve the considered equations on a larger mesh it is required to introduce more efficient methods in respect to the speed of computation and use of memory. The methods used before do not allow using larger meshes for computation. There is a limit for them due to RAM. Therefore, application of an ADI type method was considered as a tool. By using an ADI extension for the difference schemes of absorption equation it is possible to get such result:

APPLICTION OF AN ADI TYPE METHOD FOR THE DIFFERENCE SCHEMES

Difference Scheme in X direction

$$\left\{-Q_{i+1j}+S_{i+1j}R_{i+1j}+(T_x)_{i+1j}\right\}F_{i+3/2j}^{\ l+\frac{1}{2}}$$
$$+\left\{-Q_{i+1j}-Q_{ij}-S_{i+1j}R_{i+1j}-S_{ij}R_{ij}+(T_x)_{i+1j}\right\}F_{i+1/2j}^{\ l+\frac{1}{2}}$$
$$+\left\{-Q_{ij}+S_{ij}R_{ij}+(T_x)_{ij}\right\}F_{i-1/2j}^{\ l+\frac{1}{2}}=$$
$$=(T_y)_{i+1j}G_{i+1j+1/2}^{\ l}+(T_y)_{i+1j}G_{i+1j-1/2}^{\ l}-(T_y)_{ij}G_{ij+1/2}^{\ l}-(T_y)_{ij}G_{ij-1/2}^{\ l}$$

Difference Scheme in Y direction

$$\left\{-Q_{ij+1}+S_{ij+1}R_{ij+1}+(T_x)_{ij+1}\right\}G_{ij+3/2}^{\ l+1}$$
$$+\left\{-Q_{ij+1}-Q_{ij}-S_{ij+1}R_{ij+1}-S_{ij}R_{ij}+(T_x)_{ij+1}\right\}G_{ij+1/2}^{\ l+1}$$
$$+\left\{-Q_{ij}+S_{ij}R_{ij}+(T_x)_{ij}\right\}G_{ij-1/2}^{\ l+1}=$$
$$=(T_y)_{ij+1}F_{i+1/2j+1}^{\ l+\frac{1}{2}}+(T_y)_{ij+1}F_{i-1/2j+1}^{\ l+\frac{1}{2}}-(T_y)_{ij}F_{i+1/2j}^{\ l+\frac{1}{2}}-(T_y)_{ij}F_{i-1/2j}^{\ l+\frac{1}{2}}$$

Here two-layer iterations are used. The scheme is implicit. The Neumann convergence condition for solutions of the Helmholtz equation shows conditional convergence only for the simplest case, when n and m are 1. If taking other n and m, the Neumann convergence criterion becomes larger than 1.

The example of an eigenvalue and eigenfunction problem was used to test the parallel numerical computation algorithm.

It is shown that the elaborated numerical approach has the 2nd order of precision.

The ADI computations have good results in respect to the computation time and absolute error for sparse matrices in comparison to other .

In case of Absorption equation, the Neumann convergence criterion is less than 1.

The calculated absolute error and CPU time (t) in L2 norm

Grid size	ADI method, t (s)	Absolute error	LSCOV (including LU decomposition), t (s)
128x128	2	$2.64 * 10^{-5}$	10
256x256	15	$5.65 * 10^{-6}$	57
512x512	99	$1.34 * 10^{-6}$	254
1024x1024	667	$3.28 * 10^{-7}$	—
2048x2048	7350	$7.90 * 10^{-8}$	—

The computation time of the ADI type method was at least 2 times shorter in comparison to the computation time needed by solving the system of linear equations applying a well-known iteration method LSCOV.

In the case of using LSCOV for grids of size larger than 512x512 the results could not be computed. Therefore, the advantage of the ADI type method is the possibility to obtain results in the case of very large grids with the desired precision.

However, the application of the method requires some additional research to be applied for larger wave numbers.

Conclusions

It is shown that ADI method Is faster and allows using less RAM and compute with finer meshes. This could be an advantage when performing fine computations.

References

1. Morevs, P. Nodal Numerical 2D Schrodinger Equation/P. Morevs, J. Rimsans// In: Acta Societatis Mathematicae Latviensis, Abstracts of the 6th Latvian Mathematical Conference, Liepaja, Latvia, 2006, p. 39

2. Morevs, P. Numerical Nodal Boundary Value Problem for Solution of 2-D Helmholtz and Absorption Equations/P. Morevs, J. Rimsans// In: Acta Societatis Mathematicae Latviensis, Abstracts of the 7th Latvian Mathematical Conference, Rezekne, Latvia, 2008, p. 34

3. Rimshans, J.S. Construction of the mathematical model on the Ollendorff method for filtration of weakly compressible chemical compound in the porous heterogeneous 3D medium/J.S.Rimshans, Sh.E.Guseynov, D.Zaime, P.Morevs.//The International Congress on Computational and Applied Mathematics (ICCAM 2010), Leuven, Belgium, July 05-09, 2010.

4. Morevs, P. Nodal Numerical 2D Helmholtz Equation/ P. Morevs, J. Rimshans and Sh.E. Guseynov// Truncation Analysis. Advanced Material Research, 222 345{348, 2011.

5. Morevs, P. A Nodal 7-point Difference Scheme for Numerical Solution of 2D Absorption Equation, 2011/ P. Morevs, J. Rimshans and Sh.E. Guseynov// Article in proceedings. In: SciCADE 2011, International Conference on Scientific Computation and Differential Equations, Toronto, Canada, 2011.

6. Morevs P. Construction and analysis of a functional nodal type difference scheme for 2D Helmholtz equation/ P. V. Morevs, J. S. Rimshans, Sh. E. Guseynov// Proceedings of the International Conference on Modern Problems of Natural Science and Mathematical Apparatus, March 15-16, 2012, University of Liepaja, pp. 126-137

7. Guseynov, Sh. E. Stable measurement of temperature errors during testing of quenchants by methods of the theory of ill-posed problems/ Sh.E.Guseynov, N.I.Kobasko, J.S.Rimshans, Sh.G.Bagirov, S.Andrejev, J.Kaupuzs, P. Morevs, N.Zaiceva//September 01, 2012, pp 646 - 666 (21)

8. Zigunovs, M. Implementation of the Difference Scheme for Absorption Equation Type Problems by using Parallel Computing Technologies/ M. Zigunovs, P. Morevs, J. Rimshans, Armands Grickus// Proceedings of the International Conference on Modern Problems of Natural Science and Mathematical Apparatus, March 15-16, 2012, University of Liepaja, pp. 153-162

9. Radin M.A. Nodal type numerical method for 2D Absorption equation with Dirichlet boundary conditions/M. A. Radin, P. Morevs, M. Zigunovs //Proceedings of the 10th International Conference – Progress on Difference Equations, May 17-20, 2016, University of Latvia, Rīga, Latvia, pp. 41

10. Морев, П. Решение уравнения Гельмгольца в двумерном пространстве численным методом узлового типа /П. Морев//Современная математика и её приложения: материалы Международной научно-практической конференции (Грозный 21-23 октября 2018 г.) Махачкала: АЛЕФ, ЧГПУ, 2018. – 144 с. ISBN 978-5-00128-077-4, pp. 105 – 107

УДК 517

ОБРАЩЕНИЕ И СВОЙСТВА ОБОБЩЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕССЕЛЯ

Джабраилов А.Л., *старший преподаватель*
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный
e-mail: ahmed_0065@mail.ru

Шишкина Э.Л., *доцент, доктор физико-математических наук,*
Воронежский государственный университет, г. Воронеж
e-mail: shishkina@amm.vsu.ru

Аннотация. *В этой статье мы рассматриваем оператор типа свертки, называемый обобщенным потенциалом Бесселя. Целью работы является обобщение потенциала Бесселя, изучение его свойств и его обращение. Обобщение достигается за счет рассмотрения сингулярного оператора Лапласа-Бесселя вместо оператора Лапласа при построении потенциала Бесселя. Наши основные результаты - это свойства такого потенциала и формула для обратного оператора к нему. Мы приводим полугрупповое свойство и формулу связи между обобщенным потенциалом Бесселя и одномерным интегралом. Обращение достигается использованием оператора, приближающего обратный, содержащий улучшающий множитель. Обобщенный потенциал Бесселя - очень важный объект в теории потенциала, имеющий много приложений, таких как решение неоднородных уравнений, теория функциональных пространств и функциональные пополнения. Кроме того, формулу обращения можно интерпретировать как новый оператор дробного дифференцирования произвольного положительного порядка. Дальнейшие исследовательские задачи в этом направлении включают детальное исследование этих новых операторов в различных пространствах функций, а также анализ дифференциальных уравнений в частных производных дробного порядка с дробными производными в виде обращений обобщенного потенциала Бесселя.*

Ключевые слова: *обобщенная свертка; обобщенный потенциал Бесселя; дробные степени многомерных операторов; обратный оператор; аппроксимативный обратный оператор*

INVERSION AND PROPERTIES OF THE GENERALIZED BESSEL POTENTIAL

Dzhabrailov A.L., *senior lecturer Kadyrov Chechen State University,*
e-mail: ahmed_0065@mail.ru

Shishkina E.L., *Docent, Doctor of Physical and Mathematical Sciences*
Voronezh State University, e-mail: shishkina@amm.vsu.ru

Abstract. *In this article, we consider a convolution-type operator called the generalized Bessel potential. The goal of this paper is to generalize the Bessel potential, to study its properties and to construct inverse operator. Generalization is achieved by considering the singular Laplace-Bessel operator instead of the Laplace operator when constructing the Bessel potential. Our main results are the properties of such a potential and the formula for the inverse operator to it. We present a semigroup property and a connection formula between the generalized Bessel potential and a one-dimensional integral. Inversion is achieved by using the operator that approximates the inverse and contains the improving factor. The generalized Bessel potential is a very important object in potential theory with many applications, such as the solution of inhomogeneous equations, the theory of function spaces, and functional completions. In addition, the inversion formula can be interpreted as a new fractional differentiation operator of arbitrary positive order. Further research problems in this direction include a detailed study of these new operators in various function spaces, as well as the analysis of partial differential equations of fractional order with fractional derivatives in the form of inversions of the generalized Bessel potential.*

Keywords: *generalized convolution; generalized Bessel potential; fractional powers of multidimensional operators; inverse operator; approximative inverse operator.*

Введение

В данной статье мы будем иметь дело с сингулярным дифференциальным оператором Бесселя B_γ (см. [2], стр. 5):

$$(B_\gamma)_t = \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\gamma}{t}\frac{\partial}{\partial t} = \frac{1}{t^\gamma}\frac{\partial}{\partial t}t^\gamma\frac{\partial}{\partial t}, \qquad t>0, \qquad \gamma \in \mathbb{R}.$$

Мы рассматриваем дробный интегральный оператор, который является дробной степенью $(I-\Delta_\gamma)^{-\alpha/2}$ $\alpha>0$, где I - единичный оператор, а Δ_γ - оператор Липпласа-Бесселя вида

$$\Delta_\gamma = (\Delta_\gamma)_x = \sum_{k=1}^{n}(B_{\gamma_k})_{x_k}.$$

Эта дробная сепень $(I-\Delta_\gamma)^{-\alpha/2}$ при помощи преобразования Ханкеля сводится к умножению на степень $(1+|x|^2)^{-\alpha/2}$.

Классический потенциал Бесселя, который реализует дробные степени оператора $(I-\Delta)^{-\frac{\alpha}{2}}$, где Δ - оператор Лапласа изучен в [6]. В [3] был введен, а также построено пространство обобщенных потенциалов Бесселя (класс Лиувилля дробной B-гладкости) на основе B-гиперсингулярных интегралов. Ядра обобщенных потенциалов Бесселя рассматривались в [4]. В [1] были исследованы методы обращения обобщенного потенциала Бесселя.

Основные определения

Пусть R^n - n-мерное Евклидово пространство, тогда

$$\mathrm{R}_+^n = \{x = (x_1, \ldots, x_n) \in \mathrm{R}^n,\, x_1 > 0, \ldots, x_n > 0\},$$

$$\overline{\mathrm{R}}_+^n = \{x = (x_1, \ldots, x_n) \in \mathrm{R}^n,\, x_1 \geq 0, \ldots, x_n \geq 0\}.$$

Через $\gamma = (\gamma_1, ..., \gamma_n)$ обозначим мультииндекс, состоящий из положительных фиксированных действительных чисел $\gamma_i \geq 0$, $i = 1,...,n,$ $|\gamma| = \gamma_1 + \ldots + \gamma_n$.

Пусть $L_p^\gamma(\mathrm{R}_+^n) = L_p^\gamma$, $1 \leq p < \infty$ - пространство измеримых на R_+^n функции четных по каждой переменной x_i, $i = 1,...,n$ таких, чтот $\int\limits_{\mathrm{R}_+^n} |f(x)|^p\, x^\gamma dx < \infty,$ где $x^\gamma = \prod\limits_{i=1}^n x_i^{\gamma_i}$.

Для $p \geq 1,$ the L_p^γ–норма f определяется формулой $\| f \|_{L_p^\gamma(\mathrm{R}_+^n)} = \| f \|_{p,\gamma} = (\int\limits_{\mathrm{R}_+^n} |f(x)|^p\, x^\gamma dx)^{1/p}.$

Нормализованная функция Бесселя первого рода j_ν определяется формулой (см. [2], стр. 10)

$$j_\nu(x) = \frac{2^\nu \Gamma(\nu + 1)}{x^\nu} J_\nu(x),$$

где J_ν - функция Бесселя первого рода.

Для $x \in \mathrm{R}^n$ будемиспользовать обозначение

$$\mathbf{j}_\gamma(x, \xi) = \prod_{i=1}^n j_{\frac{\gamma_i - 1}{2}}(x_i \xi_i), \qquad \mathbf{j}_\gamma(0, \xi) = 1.$$

Многомерное преобразование Ганкеля функции $f \in L_1^\gamma(\mathrm{R}_+^n)$ определяется как

$$\mathbf{F}_\gamma[f](\xi) = \mathbf{F}_\gamma[f(x)](\xi) = \int\limits_{\mathrm{R}_+^n} f(x) \mathbf{j}_\gamma(x, \xi) x^\gamma dx.$$

Пусть $f \in L_1^\gamma(\mathrm{R}_+)$ и является функцией ограниченной вариации в окрестности точек непрерывности. Тогда для $\gamma > 0$ справедлива формула обращения

$$\mathbf{F}_\gamma^{-1}[\mathbf{F}_\gamma[f](\xi)](x) = f(x) = \frac{2^{n - |\gamma|}}{\prod\limits_{j=1}^n \Gamma^2\left(\dfrac{\gamma_j + 1}{2}\right)} \int\limits_{\mathrm{R}_+^n} \mathbf{j}_\gamma(x, \xi) \mathbf{F}_\gamma[f](\xi) \xi^\gamma\, d\xi.$$

Многомерный обобщенный сдвиг определяется равенством

$$({}^\gamma\mathbf{T}_x^y f)(x) = {}^\gamma\mathbf{T}_x^y f(x) = ({}^{\gamma_1}T_{x_1}^{y_1} \ldots {}^{\gamma_n}T_{x_n}^{y_n} f)(x),$$

где каждый одномерный обобщенный сдвиг ${}^{\gamma_i}T_{x_i}^{y_i}$ действует для $i = 1, \ldots, n$ по формуле

$$({}^{\gamma_i}T_{x_i}^{y_i} f)(x) = \frac{\Gamma\left(\dfrac{\gamma_i + 1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma\left(\dfrac{\gamma_i}{2}\right)} \int\limits_0^\pi f(x_1, \ldots, x_{i-1}, \sqrt{x_i^2 + y_i^2 - 2x_i y_i \cos\varphi_i}, x_{i+1}, \ldots, x_n) \sin^{\gamma_i - 1}\varphi_i\, d\varphi_i..$$

Обобщенная свертка, порожденная многомерным обобщенным сдвигом ${}^{\gamma}\mathbf{T}_x^y$ определяется как

$$(f*g)_\gamma(x)=(f*g)_\gamma=\int\limits_{\mathrm{R}_+^n} f(y)({}^{\gamma}\mathbf{T}_x^y g)(x)y^\gamma\,dy. \tag{1}$$

Многомерное преобразование Ганкеля, примененное к обобщенной свертке (1), имеет вид

$$\mathbf{F}_\gamma[(f*g)_\gamma(x)](\xi)=\mathbf{F}_\gamma[f(x)](\xi)\mathbf{F}_\gamma[g(x)](\xi).$$

Многомерный оператор Пуассона $\mathbf{P}_x^\gamma$, действует на f по формуле

$$\mathbf{P}_x^\gamma f(x)=C(\gamma)\int\limits_0^\pi\ldots\int\limits_0^\pi f(x_1\cos\alpha_1,\ldots,x_n\cos\alpha_n)\prod_{i=1}^n \sin^{\gamma_i-1}\alpha_i\,d\alpha_i,$$

где $\gamma_i>0,\ i=1,..,n,\ C(\gamma)=\pi^{-\frac{n}{2}}\prod\limits_{i=1}^n\dfrac{\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\gamma_i}{2}\right)}$.

Обобщенный потенциал Бесселя и его свойства.

Определим сначала обобщенное Бесселево ядро вида $G_\alpha^\gamma(x)=\mathbf{F}_\gamma^{-1}[(1+|\xi|^2)^{-\alpha/2}](x)$, $\alpha>0$. Для этого ядра верны следующие свойства.

1. $$G_\alpha^\gamma(x)=\frac{2^{\frac{n-|\gamma|-\alpha}{2}+1}}{|x|^{\frac{n+|\gamma|-\alpha}{2}}\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)\prod\limits_{i=1}^n\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)}K_{\frac{n+|\gamma|-\alpha}{2}}(|x|),$$

где K_μ - модифицированная функция Бесселя второго рода,

2. $G_\alpha^\gamma(x)$ бесконечно дифференцируема за пределами начала координат,

3. при $|x|\to 0$ функция $G_\alpha^\gamma(x)$ допускает оценки

$$G_\alpha^\gamma(x):\frac{2^{n-|\gamma|}}{\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)\prod\limits_{i=1}^n\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)}\begin{cases}\dfrac{\Gamma\left(\frac{n+|\gamma|-\alpha}{2}\right)}{2^{\alpha-|\gamma|}}|x|^{\alpha-n-|\gamma|}, & if\ \ 0<\alpha<n+|\gamma|;\\ -2^{1-n}\left(\ln\left(\dfrac{|x|}{2}\right)+\vartheta\right), & if\ \ \alpha=n+|\gamma|;\\ \dfrac{\Gamma\left(\frac{\alpha-n-|\gamma|}{2}\right)}{2^n}, & if\ \ n+|\gamma|<\alpha.\end{cases}$$

4. приr $|x|\to\infty$ функция $G_\alpha^\gamma(x)$ iдопускает оценку

$$G_\alpha^\gamma(x):\frac{\sqrt{\pi}\,2^{\frac{n-|\gamma|-\alpha+1}{2}}}{|x|^{\frac{n+|\gamma|-\alpha+1}{2}}\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)\prod\limits_{i=1}^n\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)}e^{-|x|},$$

5. $G_\alpha^\gamma(x)\in L_1^\gamma(\mathrm{R}_+^n)$.

Обобщенный потенциал Бесселя определим соотношением

$$(\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi)(x)=\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}G_\alpha^\gamma(y)({}^{\gamma}\mathbf{T}_x^y\varphi(x))y^\gamma\,dy. \tag{2}$$

Из свойства 5 ядра следует, что для функций $\varphi \in L_p^\gamma(\mathbb{R}_+^n)$, $1 \le p \le \infty$ операторг $\mathbf{G}_\gamma^\alpha$ ограничен и

$$\| \mathbf{G}_\gamma^\alpha \varphi \|_{p,\gamma} \le \| \varphi \|_{p,\gamma}, \qquad \alpha > 0$$

Приведем основные свойства обобщенного потенциала Бесселя:

1. полугрупповое свойство $\mathbf{G}_\gamma^\alpha \mathbf{G}_\gamma^\beta \varphi = \mathbf{G}_\gamma^{\alpha+\beta} \varphi, \qquad \varphi \in L_p^\gamma(\mathbb{R}_+^n),$

2. связь с итерированным оператором $(I - \Delta_\gamma)^k$:

$(I - \Delta_\gamma)^k \mathbf{G}_\gamma^{\alpha+2k} \varphi = \mathbf{G}_\gamma^\alpha \varphi, \qquad k \in \mathbb{N}, \qquad \varphi \in L_p^\gamma(\mathbb{R}_+^n),$

3. $\mathbf{G}_\gamma^0 \varphi = \varphi, \qquad \varphi \in L_p^\gamma(\mathbb{R}_+^n).$

Теперь рассмотрим связь между обобщенным потенциалом Бесселя и одномерным интегралом. Для этого нам понадобится обобщенный интеграл Пуассона вида

$$(\mathsf{P}_t^\gamma \varphi)(x) = \int\limits_{\mathbb{R}_+^n} P_\gamma(y,t)({}^\gamma\mathbf{T}_x^y \varphi(x)) y^\gamma dy, \qquad t > 0, \tag{3}$$

где

$$P_\gamma(y,t) = \frac{2^n \Gamma\left(\frac{n+|\gamma|+1}{2}\right)}{\prod\limits_{i=1}^n \Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)} \frac{t}{(t^2+|y|^2)^{\frac{n+|\gamma|+1}{2}}} \tag{4}$$

- ядро пуассоновского типа.

Теорема 1. *Пусть* $\varphi \in L_p^\gamma(\mathbb{R}_+^n)$, $1 \le p \le \infty$, $0 < \alpha < 2(n+|\gamma|+1)$. *Тогда*

$$(\mathbf{G}_\gamma^\alpha \varphi)(x) = \frac{2^{\frac{1-\alpha}{2}}}{\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \int\limits_0^\infty t^{\frac{\alpha-1}{2}} J_{\frac{\alpha-1}{2}}(t) (\mathsf{P}_t^\gamma \varphi)(x) dt,$$

где P_t^γ - обобщенный интеграл Пуассона (3).

Лемма 1. *Ядро пуассоновского типа* $P_\gamma(x,\varepsilon)$ *обладает свойствами:*

1. $\mathbf{F}_\gamma[P_\gamma(x,\varepsilon)](\xi) = e^{-\varepsilon|\xi|},$

2. $\int\limits_{\mathbb{R}_+^n} P_\gamma(x,\varepsilon) x^\gamma dx = \int\limits_{\mathbb{R}_+^n} P_\gamma(x,1) x^\gamma dx = 1,$

3. $P_\gamma(x,\varepsilon) \in L_p^\gamma$, $1 \le p \le \infty$.

Обращение B-потенциала Бесселя методом аппроксимативного обратного оператора

Рассмотрим задачу обращения обобщенного потенциального оператора Бесселя с помощью так называемого метода аппроксимативных обратных операторов (АОО).

Метод аппроксимативных обратных операторов (АОО), представленный в [7], является одним из возможных способов получения обратных операторов к сверточным операторам. Идея метода АОО состоит в том, что обратный оператор строится как предел некоторой последовательности операторов с интегрируемыми ядрами.

Чтобы применить этот метод к обращению B-потенциала Бесселя, сначала введем функцию

$$\omega_{\alpha,\gamma}(|x|)=\frac{2^{\frac{n-|\gamma|-\alpha}{2}+1}}{\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)\prod\limits_{i=1}^{n}\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)}|x|^{\frac{n+|\gamma|-\alpha}{2}}K_{\frac{n+|\gamma|-\alpha}{2}}(|x|)=$$

$$=\frac{2^{n-\alpha+2}}{\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)\prod\limits_{i=1}^{n}\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)}\int\limits_0^\infty t^{\frac{n+|\gamma|-\alpha}{2}-1}e^{-t-\frac{|x|^2}{4t}}dt, \qquad (5)$$

где K_μ - модифицированная функция Бесселя второго рода.

Тогда обобщенный потенциал Бесселя (2) можно представить в виде обобщенной свертки, с функцией, определенной формулой (5):

$$\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi=\left(\frac{\omega_{\alpha,\gamma}(|x|)}{|x|^{n+|\gamma|-\alpha}}*\varphi\right)_\gamma, \qquad \alpha>0.$$

Теперь рассмотрим сверточные операторы вида

$$(\mathbf{G}_{\gamma,\varepsilon}^\alpha)^{-1}\varphi=(g_{\gamma,\varepsilon}^\alpha*\varphi)_\gamma$$

с ядром

$$g_{\gamma,\varepsilon}^\alpha(x)=\left(\mathbf{F}_\gamma^{-1}(1+|\xi|^2)^{\alpha/2}\cdot e^{-\varepsilon|\xi|}\right)(x).$$

Для этого ядра имеет место представление вида

$$g_{\gamma,\varepsilon}^\alpha(x)=\frac{2^{1-|\gamma|}}{\prod\limits_{j=1}^{n}\Gamma\left(\frac{\gamma_j+1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n+|\gamma|}{2}\right)}\int\limits_0^\infty j_{\frac{n+|\gamma|}{2}-1}(r|x|)(1+r^2)^{\alpha/2}e^{-\varepsilon r}r^{n+|\gamma|-1}dr.$$

Лемма 2. *Пусть $\varphi\in S(R_+^n)$, где S – пространство Шварца и четна по каждой из переменных. Тогда оператор*

$$(\mathbf{G}_{\gamma,\varepsilon}^\alpha)^{-1}\varphi=(g_{\gamma,\varepsilon}^\alpha*\varphi)_\gamma=\int\limits_{R_+^n}g_{\gamma,\varepsilon}^\alpha(t)({}^\gamma\mathbf{T}_x^t\varphi(x))t^\gamma dt$$

ограничен в L_p^γ, $1<p<+\infty$.

Лемма 3. *Пусть $\varphi\in S(R_+^n)$, где S – пространство Шварца и четна по каждой из переменных. Тогда справедлива формула*

$$((\mathbf{G}_\gamma^\alpha)_\varepsilon^{-1}\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi)(x)=(\mathbf{P}_{\gamma,\varepsilon}f)(x),$$

где $(\mathbf{P}_{\gamma,\varepsilon}f)(x)$ - обобщенная свертка с ядром пуассоновского типа (4)

$$(\mathbf{P}_{\gamma,\varepsilon}f)(x)=(f(x)*P_\gamma(x,\varepsilon))_\gamma.$$

Доказательство. Имеем

$$\mathbf{F}_\gamma[\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi](\xi)=(1+|\xi|^2)^{-\alpha/2}\mathbf{F}_\gamma\varphi.$$

Обозначим $\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi$ через ψ. Тогда

$$\mathbf{F}_\gamma((\mathbf{G}_\gamma^\alpha)_\varepsilon^{-1}\psi)(x)=\mathbf{F}_\gamma\left(\mathbf{F}_\gamma^{-1}[(1+|\xi|^2)^{\alpha/2}\cdot e^{-\varepsilon|\xi|}](x)*\psi(x)\right)_\gamma=$$

$$=(1+|\xi|^2)^{\alpha/2}\cdot e^{-\varepsilon|\xi|}(x)\cdot\mathbf{F}_\gamma\psi=(1+|\xi|^2)^{\alpha/2}\cdot e^{-\varepsilon|\xi|}(x)\cdot(1+|\xi|^2)^{-\alpha/2}\mathbf{F}_\gamma\varphi=e^{-\varepsilon|\xi|}\cdot\mathbf{F}_\gamma\varphi,$$

что дает представление вида

$$((\mathbf{G}_\gamma^\alpha)_\varepsilon^{-1}\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi)(x)=\mathbf{F}_\gamma^{-1}\left(e^{-\varepsilon|\xi|}\cdot\mathbf{F}_\gamma\varphi\right)(x)=\left(\mathbf{F}_\gamma^{-1}(e^{-\varepsilon|\xi|})(x)*\mathbf{F}_\gamma\varphi\right)_\gamma.$$

Находя обратное преобразование Ханкеля, получим

$$(\mathbf{F}_\gamma^{-1}e^{-\varepsilon|\xi|})(x)=\frac{2^{n-|\gamma|}}{\prod\limits_{j=1}^{n}\Gamma^2\left(\frac{\gamma_j+1}{2}\right)}\frac{2^{|\gamma|}\varepsilon\prod\limits_{i=1}^{n}\Gamma\left(\frac{\gamma_i+1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n+|\gamma|+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}(\varepsilon^2+|x|^2)^{\frac{n+|\gamma|+1}{2}}}=$$

$$=\frac{2^n\Gamma\left(\frac{n+|\gamma|+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\prod\limits_{j=1}^{n}\Gamma\left(\frac{\gamma_j+1}{2}\right)}\varepsilon(\varepsilon^2+|x|^2)^{-\frac{n+|\gamma|+1}{2}}=P_\gamma(x,\varepsilon),$$

где $P_\gamma(x,\varepsilon)$ - ядро (4). По Лемме 1 $P_\gamma(x,\varepsilon)\in L_p^\gamma$. Доказательство закончено.

Теорема 2. *Пусть* $\varphi\in L_p^\gamma$, $1\le p\le+\infty$ *и*

$$(\mathbf{G}_\gamma^\alpha)^{-1}\varphi(x)=\overset{L_p^\gamma}{\lim_{\varepsilon\to0}}(\mathbf{G}_{\gamma,\varepsilon}^\alpha)^{-1}\varphi(x)=\left(\mathbf{F}_\gamma^{-1}[(1+|\xi|^2)^{\alpha/2}\cdot e^{-\varepsilon|\xi|}](x)*\varphi(x)\right)_\gamma.$$

тогда равенство

$$(\mathbf{G}_\gamma^\alpha)^{-1}\mathbf{G}_\gamma^\alpha\varphi(x)=\varphi(x)$$

справедливо.

Доказательство. В силу Леммы 3 достаточно доказать, что

$$\|(\mathbf{P}_{\gamma,\varepsilon}f)(x)-f(x)\|_{p,\gamma}\to0,\qquad\varepsilon\to0.$$

Учитывая Лемму 1, получим

$$(f(x)*P_\gamma(x,\varepsilon))_\gamma-f(x)=\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}[{}^\gamma\mathbf{T}_x^y f(x)-f(y)]P_\gamma(y,\varepsilon)y^\gamma dy.$$

Применяя обобщенное неравенство Минковского, будем иметь

$$\|(f(x)*P_\gamma(x,\varepsilon))_\gamma-f(x)\|_{p,\gamma}\le$$

$$\le\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}\left(\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}[{}^\gamma\mathbf{T}_x^y f(x)-f(x)]^p x^\gamma dx\right)^{\frac1p}|P_\gamma(y,\varepsilon)|y^\gamma dy=\{y=\varepsilon t\}=$$

$$=\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}\left(\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}[{}^\gamma\mathbf{T}_x^{\varepsilon t} f(x)-f(x)]^p x^\gamma dx\right)^{\frac1p}|P_\gamma(t,1)|t^\gamma dt.\qquad(6)$$

Лемма 3.6 на стр. 166 из [5] утверждает, что

$$\|{}^\gamma\mathbf{T}_x^{\varepsilon t}f(x)-f(x)\|_{p,\gamma}\le c\|f(x)\|_{p,\gamma}$$

для $f\in L_p^\gamma$. Тогда

$$\lim_{\varepsilon\to0}\left(\int\limits_{\mathrm{R}_+^n}[{}^\gamma\mathbf{T}_x^{\varepsilon t} f(x)-f(x)]^p x^\gamma dx\right)^{\frac1p}=0.$$

По теореме Лебега о мажорируемой сходимости интеграл $\int\limits_{\mathbb{R}_+^n}\left(\int\limits_{\mathbb{R}_+^n}[{}^{\gamma}\mathbf{T}_x^{\varepsilon t}f(x)-f(x)]^p x^{\gamma}dx\right)^{\frac{1}{p}}|P_{\gamma}(t,1)|\,t^{\gamma}dt$ стремится к нулю при $\varepsilon\to 0$, поскольку подынтегральное выражение мажорируется интегрируемой функцией $c\|f\|_{p,\gamma}|P_{\gamma}(t,1)|\,t^{\gamma}$. Тогда и $\|(f(x)*P_{\gamma}(x,\varepsilon))_{\gamma}-f(x)\|_{p,\gamma}$ стремится к нулю при $\varepsilon\to 0$ в силу (6). Доказательство закончено.

Работа публикуется в рамках реализации государственного задания по проекту «Нелинейные сингулярные интегро-дифференциальные уравнения и краевые задачи» в соответствии с Соглашением № 075-03-2021-071 от 29.12.2020 г.

Список литературы

1. Dzhabrailov, A. Two Forms of an Inverse Operator to the Generalized Bessel Potential/ A. Dzhabrailov, Y. Luchko, E. Shishkina//Axioms. 2021. N 10(232). P. 1-20.

2. Киприянов, И. А. Сингулярные эллиптические краевые задачи/И. А. Киприянов. – М.: Наука-Физматлит, 1997. 200 с.

3. Ляхов, Л.Н. Пространство весовых потенциалов Бесселя/Л. Н. Ляхов, Ь. В. Половинкина// Дифференциальные уравнения и динамические системы, Сборник статей, Труды МИАН, Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», М., 2005. N 250. С. 192-197.

4. Ляхов, Л.Н. Оценки смешанных в-производных весового ядра Бесселя-Макдональда/Л.Н. Ляхов, А.А. Феоктистова// Научные ведомости белгородского государственного университета. 2011. N 23(118). С. 79-86.

5. Платонов, С. С. Обобщенные сдвиги Бесселя и некоторые задачи теории приближений функций на полупрямой/С.С. Платонов// Сиб. матем. журн. 2009. N **50**:1. С. 154-174.

6. Самко, С.Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. – Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И.// Минск: Наука и техника, 1987. 688 с.

7. Samko S.G. A new approach to the inversion of the Riesz potential operator // Fractional Calculus and Applied Analysis. 1998. N 1(3). P. 225-245.

УДК 77.01.21

ОБ ОДНОМ ЧАСТНОМ МЕТОДЕ НАХОЖДЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА ОТ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ

Мальков А.С., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Санкт-Петербургский государственный университет
гражданской авиации, г. Санкт-Петербург, e-mail: shura.usa333@bk.ru

Бекетова М.Ю., *преподаватель,*
Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург
e-mail: mariabeketova@mail.ru

Аннотация. *В статье рассматривается метод интегрирования рациональных функций, альтернативный известным методам интегрирования, который позволяет существенно упростить процесс нахождения неопределенного интеграла от рациональных дробей. Традиционный метод интегрирования рациональных дробей разложением на простейшие дроби четырех типов эффективен лишь для дробей со сравнительно простым знаменателем, допускающим разложение на линейные и квадратичные сомножители. В случае, когда знаменатель дроби содержит биквадратные сомножители, метод оказывается слишком трудоемким. Цель исследования – разработать простой алгоритм, который позволит интегрировать функции специального вида. Суть предложенного метода заключается в одновременном выполнении ряда замен переменной и вычислении коэффициентов по новым разработанным формулам. После выполнения рассмотренных в статье преобразований, подынтегральная функция может быть представлена в виде суммы простейших рациональных дробей, первообразные для которых можно записать с помощью таблицы интегралов. Таким образом, частный метод нахождения неопределенного интеграла от рациональной функции представляет собой новый инструмент математического анализа, который позволяет решать задачи повышенной трудности. Отдельно стоит подчеркнуть значимость метода для решения задач прикладного характера, в которых нахождение неопределенного интеграла от рациональной функции служит необходимым инструментом решения поставленной задачи.*

Ключевые слова: *первообразная, рациональная функция, простейшие дроби, методы интегрирования, замена, коэффициенты.*

PARTICULAR METHOD FOR FINDING AN INDEFINITE INTEGRAL OF A RATIONAL FUNCTION

Mal'kov A.S., *candidate of physical and mathematical sciences, assistant professor,*
St. Petersburg State University of Civil Aviation, St. Petersburg,
e-mail: shura.usa333@bk.ru

Beketova M.Yu., *teacher, Mikhailovskaya Military Artillery Academy, St. Petersburg, e-mail: mariabeketova@mail.ru*

Annotation. *The article discusses the method of integration of rational functions, an alternative to the known methods of integration, which allows you to significantly simplify the process of finding an indefinite integral of rational fractions. The traditional method of integrating rational fractions by decomposition into the simplest fractions of four types is effective only for fractions with a relatively simple denominator. In the case when the denominator of a fraction contains biquadrate multipliers, the method turns out to be too time-consuming. The purpose of the study is to develop a simple algorithm that will integrate functions of a special kind. The essence of the proposed the method consists in simultaneously performing a number of variable substitutions and calculating coefficients using newly developed formulas. After performing the transformations discussed in the article, the integrand function can be represented as a sum of the simplest rational fractions, the primordial ones for which can be written using a table of integrals. Thus, a particular method of finding an indefinite integral of a rational function is a new tool of mathematical analysis that allows solving problems of increased difficulties. Separately, it is worth emphasizing the importance of the method for solving problems of an applied nature, in which finding an indefinite integral of a rational function serves as a necessary tool for solving the problem.*

Keywords: *integral, rational function, simplest fractions, integration methods, substitution, coefficient.*

В настоящей статье излагается метод нахождения неопределенного интеграла вида:

$$\int \frac{\left(c_0 + c_2x^2 + c_4x^4 + \cdots + c_{4n-2}x^{4n-2}\right)dx}{\left(x^4 + a_1x^2 + b_1\right)\left(x^4 + a_2x^2 + b_2\right)\cdots\left(x^4 + a_nx^2 + b_n\right)}.$$

Это очевидно правильная дробь, причем предполагается, что для $\forall i$, $i \in N$, $b_i > 0$ и все скобки в знаменателе дроби разные.

Традиционный метод интегрирования рациональных функций включает в себя разложение подынтегральной функции на простейшие дроби четырех типов с последующим их интегрированием. Однако использование его здесь наталкивается на серьезные проблемы. Во-первых, разложение знаменателя дроби на линейные и квадратичные сомножители сопряжено с большими трудностями, особенно в случае, когда все корни биквадратных уравнений (приравненных к нулю выражений в скобках) комплексные. Во-вторых, количество неопределенных коэффициентов даже при двух скобках в знаменателе равно 8 и найти их, решая систему из 8 линейных уравнений, непросто. Кроме того, попытки упростить подынтегральную функцию с помощью подведения под знак дифференциала или интегрирования по частям здесь не подходят. В предлагаемом методе разложения на простейшие дроби используется разложение исходной дроби на “квазипростейшие”. Далее эти дроби интегрируются весьма оригинальным способом. Особенности метода мы проиллюстрируем на примере следующего интеграла:

$$\int\frac{\left(A+Bx^2+Cx^4+Dx^6\right)dx}{\left(x^4+Ex^2+F\right)\left(x^4+Gx^2+H\right)}. \qquad 1)$$

Далее представлен общий алгоритм взятия такого интеграла.

Сначала заменяем в подынтегральной функции x^2 на z и полученную рациональную функцию от z представляем в виде суммы простейших дробей по известной процедуре:

$$\frac{A+Bz+Cz^2+Dz^3}{\left(z^2+Ez+F\right)\left(z^2+Gz+H\right)}=\frac{az+b}{z^2+ez+f^4}+\frac{cz+d}{z^2+gz+h^4}.$$

Здесь a, b, c, d – константы, рассчитанные по методу неопределенных коэффициентов, $e=E$, $g=G$, $f^4=F$, $h^4=H$. В рассматриваемом методе существенно, что $F>0$ и $H>0$.

Далее делаем обратную замену z на x^2 и в итоге интеграл (1) записывается в виде:

$$\int\left(\frac{ax^2+b}{x^4+ex^2+f^4}+\frac{cx^2+d}{x^4+gx^2+h^4}\right)dx=\int\frac{\left(ax^2+b\right)dx}{x^4+ex^2+f^4}+\int\frac{\left(cx^2+d\right)dx}{x^4+gx^2+h^4}.$$

Надо пояснить, что поскольку разложение рациональной функции на простейшие дроби справедливо при любом, в частности, положительном значении аргумента указанные выше замены вполне законны.

Сделаем замену в первом интеграле

$$x=uf \quad dx=fdu$$

$$\int\frac{\left(ax^2+b\right)dx}{x^4+ex^2+f^4}=\int\frac{\left(af^2u^2+b\right)fdu}{f^4u^4+ef^2u^2+f^4}=\frac{a}{f}\int\frac{u^2du}{u^4+\frac{e}{f^2}u^2+1}+\frac{b}{f^3}\int\frac{du}{u^4+\frac{e}{f^2}u^2+1}=$$
$$=m\int\frac{u^2du}{u^4+ku^2+1}+n\int\frac{du}{u^4+ku^2+1}. \qquad (2)$$

где $m=\frac{a}{f}$, $n=\frac{b}{f^3}$, $k=\frac{e}{f^2}$.

Теперь сделаем замену во втором интеграле

$x=hv$, $dx=hdv$

$$\int\frac{\left(cx^2+d\right)dx}{x^4+gx^2+h^4}=\int\frac{\left(ch^2v^2+d\right)hdv}{h^4v^4+gh^2v^2+h^4}=\frac{c}{h}\int\frac{v^2dv}{v^4+\frac{g}{h^2}v^2+1}+\frac{d}{h^3}\int\frac{dv}{v^4+\frac{g}{h^2}v^2+1}=$$
$$=s\int\frac{v^2dv}{v^4+lv^2+1}+r\int\frac{dv}{v^4+lv^2+1}. \qquad (3)$$

Где $s=\frac{c}{h}$, $r=\frac{d}{h^3}$, $l=\frac{g}{h^2}$.

Рассмотрим первый из интегралов (2) и сделаем в нем парные замены:

$$\int\frac{u^2du}{u^4+ku^2+1}=\int\frac{u^2du}{u^2\left(u^2+\frac{1}{u^2}+k\right)}=\frac{1}{2}\int\left[\left(1+\frac{1}{u^2}\right)+\left(1-\frac{1}{u^2}\right)\right]\frac{du}{\left(u^2+\frac{1}{u^2}+k\right)}=$$

$$=\frac{1}{2}\left(\int\frac{d\left(u-\frac{1}{u}\right)}{u^2+\frac{1}{u^2}+k}+\int\frac{d\left(u+\frac{1}{u}\right)}{u^2+\frac{1}{u^2}+k}\right)=$$

Замены:

$$\begin{cases} p=u-\dfrac{1}{u} \\ u^2+\dfrac{1}{u^2}+k=p^2+k+2 \end{cases} \quad \begin{cases} q=u+\dfrac{1}{u} \\ u^2+\dfrac{1}{u^2}+k=q^2+k-2 \end{cases} \quad =\frac{1}{2}\left(\int\frac{dp}{p^2+k+2}+\int\frac{dq}{q^2+k-2}\right).$$

Во втором интеграле (2) сделаем похожие замены:

$$\int\frac{du}{u^4+ku^2+1}=\int\frac{du}{u^2\left(u^2+\frac{1}{u^2}+k\right)}=\frac{1}{2}\int\left[\left(1+\frac{1}{u^2}\right)-\left(1-\frac{1}{u^2}\right)\right]\frac{du}{\left(u^2+\frac{1}{u^2}+k\right)}=$$

$$=\frac{1}{2}\left(\int\left(1+\frac{1}{u^2}\right)\frac{du}{\left(u^2+\frac{1}{u^2}+k\right)}-\int\left(1-\frac{1}{u^2}\right)\frac{du}{\left(u^2+\frac{1}{u^2}+k\right)}\right)=\frac{1}{2}\left(\int\frac{d\left(u-\frac{1}{u}\right)}{u^2+\frac{1}{u^2}+k}-\int\frac{d\left(u+\frac{1}{u}\right)}{u^2+\frac{1}{u^2}+k}\right)=$$

$$=\frac{1}{2}\left[\int\frac{dp}{p^2+k+2}-\int\frac{dq}{q^2+k-2}\right].$$

Далее, подставляя выражения для интегралов в (2) получим:

$$\frac{1}{2}m\left(\int\frac{dp}{p^2+k+2}+\int\frac{dq}{q^2+k-2}\right)+\frac{1}{2}n\left(\int\frac{dp}{p^2+k+2}+\int\frac{dq}{q^2+k-2}\right)=$$

$$=\frac{m+n}{2}\int\frac{dp}{p^2+k+2}+\frac{m-n}{2}\int\frac{dq}{q^2+k-2}.$$

Теперь похожие преобразования делаем в (3) и получаем:

$$s\int\frac{v^2dv}{v^4+lv^2+1}+r\int\frac{dv}{v^4+lv^2+1}=\frac{s+r}{2}\int\frac{dt}{t^2+l+2}+\frac{s-r}{2}\int\frac{dz}{z^2+l-2}.$$

Здесь $t=v-\frac{1}{v}$, $z=v+\frac{1}{v}$.

Таким образом, окончательно:

$$\int\frac{\left(A+Bx^2+Cx^4+Dx^6\right)dx}{\left(x^4+Ex^2+F\right)\left(x^4+Gx^2+H\right)}=\int\left(\frac{ax^2+b}{x^4+ex^2+f^4}+\frac{cx^2+d}{x^4+gx^2+h^4}\right)dx=$$

$$=\frac{m+n}{2}\int\frac{dp}{p^2+k+2}+\frac{m-n}{2}\int\frac{dq}{q^2+k-2}+\frac{s+r}{2}\int\frac{dt}{t^2+l+2}+\frac{s-r}{2}\int\frac{dz}{z^2+l-2}. \qquad (*)$$

Здесь $p=u-\frac{1}{u}$, $q=u+\frac{1}{u}$, $u=\frac{x}{f}$

$$t=v-\frac{1}{v},\; z=v+\frac{1}{v},\; v=\frac{x}{h} \qquad (4)$$

$$m=\frac{a}{f},\ n=\frac{b}{f^3},\ k=\frac{e}{f^2},\ s=\frac{c}{h},\ r=\frac{d}{h^3},\ l=\frac{q}{h^2} \qquad (5)$$

В качестве примера нахождения интеграла с помощью вышеуказанного метода рассмотрим вычисление интеграла:

$$\int\frac{(x^6-2x^4+5x^2+3)dx}{(x^4+3x^2+16)(x^4+5x^2+81)}.$$

Как уже говорилось ранее заменим в подынтегральной функции x^2 на z и полученную рациональную функцию от z представим в виде суммы простейших дробей

$$\frac{z^3-2z^2+5z+3}{(z^2+3z+16)(z^2+5z+81)}=\frac{1}{3899}\left(\frac{94z+5025}{z^2+3z+16}+\frac{3805z-24708}{z^2+5z+81}\right).$$

Далее делаем обратную замену z на x^2 и возвращаемся к нашим интегралам:

$$\int\frac{(x^6-2x^4+5x^2+3)dx}{(x^4+3x^2+16)(x^4+5x^2+81)}=\frac{1}{3899}\left(\int\frac{94x^2+5025}{x^4+3x^2+16}dx+\int\frac{3805x^2-24708}{x^4+5x^2+81}dx\right).$$

Теперь рассчитаем константы (5):

$a=94,\ b=5025,\ c=3805,\ d=-24708,\ e=3,\ a=94,\ f^4=16,\ h^4=81$

$$m=\frac{a}{f}=\frac{94}{2}=47;\qquad n=\frac{b}{f^3}=\frac{5025}{8};\qquad k=\frac{e}{f^2}=\frac{3}{4};\qquad s=\frac{c}{h}=\frac{3805}{3};$$

$$r=\frac{d}{h^3}=\frac{-24708}{27}=\frac{-8236}{9};\qquad l=\frac{g}{h^2}=\frac{5}{9};\qquad \frac{m+n}{2}=\frac{5401}{16};\qquad \frac{m-n}{2}=\frac{-4649}{16};$$

$$\frac{s+r}{2}=\frac{9537}{54}=\frac{3179}{18};\ \frac{s-r}{2}=\frac{58953}{54}=\frac{19651}{18}.$$

По формулам (*) имеем:

$$\frac{1}{3899}\left(\frac{5401}{16}\int\frac{dp}{p^2+\frac{11}{4}}-\frac{4649}{16}\int\frac{dq}{q^2-\frac{5}{4}}+\frac{3179}{18}\int\frac{dt}{t^2+\frac{23}{9}}+\frac{19651}{18}\int\frac{dz}{z^2-\frac{13}{9}}\right)=$$

$$=\frac{1}{3899}\left(\frac{5401}{16}\cdot\frac{2}{\sqrt{11}}arctg\frac{2p}{\sqrt{11}}-\frac{4649}{16}\cdot\frac{1}{\sqrt{5}}\ln\left|\frac{q-\frac{\sqrt{5}}{2}}{q+\frac{\sqrt{5}}{2}}\right|+\frac{3179}{18}\cdot\frac{3}{\sqrt{23}}arctg\frac{3t}{\sqrt{23}}+\frac{19651}{18}\cdot\frac{3}{2\sqrt{13}}\ln\left|\frac{z-\frac{\sqrt{13}}{3}}{z+\frac{13}{3}}\right|\right)+C.$$

Теперь по заменам (4) возвращаемся к исходной переменной x и таким образом находим исходный интеграл:

$$p=\frac{u^2-1}{u}=\frac{\frac{x^2}{4}-1}{\frac{x}{2}}=\frac{x^2-4}{2x};\ q=\frac{u^2+1}{u}=\frac{x^2+4}{2x};\ t=\frac{v^2-1}{v}=\frac{x^2-9}{3x};\ z=\frac{v^2+1}{v}=\frac{x^2+9}{3x}.$$

Искомый интеграл найден:

$$\int\frac{(x^6-2x^4+5x^2+3)dx}{(x^4+3x^2+16)(x^4+5x^2+81)}=$$

$$=\frac{1}{3899}\left(\frac{5401}{8\sqrt{11}}arctg\left(\frac{x^2-4}{\sqrt{11}x}\right)-\frac{4649}{16\sqrt{5}}\ln\left|\frac{x^2-\sqrt{5}x+4}{x^2+\sqrt{5}x+4}\right|+\frac{3179}{6\sqrt{23}}arctg\frac{x^2-9}{\sqrt{23}x}+\frac{19651}{12\sqrt{13}}\ln\left|\frac{x^2-\sqrt{13}x+9}{x^2+\sqrt{13}x+9}\right|\right)+C.$$

На данном примере мы убедились, что применение метода, изложенного в статье, не вызывает трудностей в ходе решения. Особенно это важно при решении задач прикладного характера, в которых нахождение неопределенного интеграла от рациональной функции не является главной целью, а служит необходимым инструментом для решения поставленной задачи.

Список литературы

1. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления/Г. М. Фихтенгольц. – Учебник. В 3-х томах. Том 2. СПб. Лань. 2021г.

УДК 517.4

О ВОССТАНОВЛЕНИИ СТЕПЕНЕЙ СИНГУЛЯРНОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА С ОПЕРАТОРОМ БЕССЕЛЯ ПО НЕПОЛНЫМ ДАННЫМ ОБ ОБРАЗЕ ФУРЬЕ-БЕССЕЛЯ

Половинкина М.В., *кандидат физико-математических наук,*
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г. Воронеж, e-mail: polovinkina-marina@yandex.ru

Аннотация. *В работе рассмотрена проблема восстановления сингулярного эллиптического оператора и его степеней от функции по преобразованию Фурье-Бесселя, заданному лишь на некотором выпуклом множестве в пространстве двойственных переменных. Оказывается существенным то, содержит это множество начало координат или нет.*

Ключевые слова: *оператор Бесселя, дробная степень, оптимальное восстановление, преобразование Фурье-Бесселя, B-эллиптический оператор.*

ON THE RECOVERY OF THE DEGREES OF A SINGULAR ELLIPTIC OPERATOR WITH THE BESSEL OPERATOR FROM INCOMPLETE DATA OF ITS FOURIER-BESSEL IMAGE

Polovinkina M. V., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh
e-mail: polovinkina-marina@yandex.ru

Annotation. *The paper considers the problem of reconstructing a singular elliptic operator and its degrees from a function by the Fourier-Bessel transformation given only on some convex set in the space of dual variables. It turns out to be essential whether this set contains the origin or not.*

Keywords: *Bessel operator, fractional power, optimal recovery, Fourier-Bessel transform, B-elliptic operator.*

Цель исследования

Результаты работы представляют собой распространение на случай сингулярного дифференциального эллиптического оператора Δ_B (обозначение и термин И.А. Киприянова [1], см. также [3]) части результатов, которые ранее получили Г.Г. Магарил-Ильяев и Е.О. Сивкова [2] для степеней оператора Лапласа. Приводятся явные выражения для оптимального метода восстановления и его погрешности.

Методика и организация исследования

Обозначим через R_+^N множество точек

$$R_+^N = \{(x', x''), x' = (x_1, ..., x_n), x'' = (x_{n+1}, ..., x_N)\},$$

где $x_j > 0,\ j = 1, ..., n.$

Пусть Ω^+ – ограниченная область, прилегающая к гиперплоскостям $x_1 = 0, ..., x_n = 0$. Граница области Ω^+ состоит из двух частей: Γ^+ расположенной в части пространства R_+^N и Γ_0, принадлежащей гиперплоскостям.

Обозначим через L_p^γ линейное пространство функций, для которых конечна норма

$$\| f \|_{L_2^\gamma} = \left[\int\limits_{R_N^+} |f(x)|^p (x')^\gamma \, dx \right]^{\frac{1}{p}}.$$

Прямое и обратное смешанные преобразования Фурье-Бесселя определяются, соответственно, формулами

$$F_B[\varphi](\xi) = \int\limits_{R_+^N} \varphi(x) \prod_{k=1}^{n} j_{\nu_k}(\xi_k x_k) e^{ix''\cdot\xi''} (x')^\gamma \, dx,$$

$$F_B^{-1}[\psi](x) = \frac{1}{(2\pi)^{N-n} 2^{2|\nu|} \prod\limits_{k=1}^{n} \Gamma^2(\nu_k + 1)} \times \int\limits_{R_+^N} \psi(\xi) \prod_{k=1}^{n} j_{\nu_k}(\xi_k x_k) e^{-ix''\cdot\xi''} (\xi')^\gamma \, d\xi,$$

где

$$j_{\nu_k}(z_k) = \frac{2^{\nu_k} \Gamma(\nu_k + 1)}{z_k^{\nu_k}} J_{\nu_k}(z_k) = \Gamma(\nu_k + 1) \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(-1)^m z_k^{2m}}{2^{2m} m! \Gamma(m + \nu_k + 1)}$$

– нормированная функция Бесселя первого рода порядка ν_k, $\Gamma(\cdot)$ – гамма-функция Эйлера, $J_\nu(\cdot)$ – функция Бесселя первого рода порядка $\nu, \nu_k = (\gamma_k - 1)/2.$

B-эллиптический оператор Δ_B определяется равенством

$$\Delta_B\, u = \sum_{k=1}^{n} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_k^2} + \frac{\gamma_k}{x_k} \frac{\partial u}{\partial x_k} \right) + \sum_{k=n+1}^{N} \frac{\partial^2 u}{\partial x_k^2}.$$

Мы будем использовать подход к дробным степеням оператора Δ_B связанный с применением преобразования Фурье-Бесселя. Для любого $\alpha > 0$ равенство

$$(-\Delta_B)^{\alpha/2} f(x) = F_B^{-1}(|\xi|^{\alpha} F_B f(\xi)))(x)$$

определяет α-ю степень оператора Δ_B.

Рассмотрим следующее пространство функций:

$$\widetilde{W}_2^{\alpha}(R_+^N) = \{ f(\cdot) \in L_2^{\gamma}(R_+^N) : (-\Delta_B)^{\alpha/2} f(\cdot) \in L_2^{\gamma}(R_+^N) \}.$$

Пусть

$$W_2^{\alpha}(R_+^N) = \left\{ f(\cdot) \in \widetilde{W}_2^{\alpha}(R_+^N) : \left\| (-\Delta_B)^{\alpha/2} f(\cdot) \right\|_{L_2^{\gamma}(R_+^N)} \le 1 \right\}.$$

Далее пусть $0 < \beta < \alpha,\ \delta \ne 0.$ Мы хотим восстановить β-ю степень оператора Δ_B функции $f(\cdot) \in W_2^{\alpha}(R_+^N)$ по следующей информации: известна (наблюдается) некоторая функция $g(\cdot) \in L_2^{\gamma}(A)$, где $A \subset R_+^N$, удовлетворяющая условию

$$\| F_B f(\cdot) - g(\cdot) \|_{L_2^{\gamma}(A)} \le \delta.$$

Введем следующее обозначение:

$$U(\alpha, A, \delta) =$$

$$= \{ f(\cdot) \in W_2^{\alpha}(R_+^N),\ g(\cdot) \in L_2^{\gamma}(A) : \| F_B f(\cdot) - g(\cdot) \|_{L_2^{\gamma}(A)} \le \delta \}.$$

Задача OR. Под задачей оптимального восстановления β-й степени оператора Δ_B функции $f(\cdot)$ по вышеописанной информации понимается нахождение величины

$$E((-\Delta_B)^{\alpha/2}, W_2^{\alpha}(R_+^N), A, \delta) = \inf_m \sup_{U(\alpha, A, \delta)} \left\| (-\Delta_B)^{\beta/2} f(\cdot) - m(g(\cdot)) \right\|_{L_2^{\gamma}(R_+^N)},$$

где точная нижняя грань берется по всем отображениям

$$m : L_2^{\gamma}(A) \to L_2^{\gamma}(R_+^N),$$

которые мы будем называть методами, а также и тех методов m, на которых инфимум достигается. Величину $E((-\Delta_B)^{\alpha/2}, W_2^{\alpha}(R_+^N), A, \delta)$ будем называть погрешностью оптимального восстановления, а отображения m, на которых нижняя грань достигается – оптимальными методами восстановления.

Пусть $\Omega \subset R^N$ – объединение множеств Γ_0, Ω^+ и Ω^-, полученного из Ω^+ симметрией относительно пространства $x_1 = 0, ..., x_n = 0$. Будем также предполагать далее, что область Ω выпуклая. Пусть $B(\xi, r)$ - замкнутый шар с центром в точке ξ и радиусом r. Введем следующие обозначения:

$$r_{\Omega} = \sup \left\{ r > 0 : B(0, r) \in \Omega,\ \hat{r} = \hat{r}(\alpha, \beta, \delta) = \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^{1/2(\alpha - \beta)} \right\},$$

$$\Pi = (2\pi)^{N-n} 2^{2|\nu|} \prod_{k=1}^{n} \Gamma^2(\nu_k + 1).$$

Результаты исследования

Теорема 1. Пусть $A \in R_+^N$ – выпуклое множество. Если $0 \notin A$, то

$$E((-\Delta_B)^{\alpha/2}, W_2^{\alpha}(R_+^N), A, \delta) = +\infty.$$

Теорема 2. Пусть $\Omega = \Omega^+ \cup \Omega^- \subset R^N$ – выпуклая область. Пусть $0 \in \Omega$, $\delta = 0$. Тогда

$$E((-\Delta_B)^{\alpha/2}, W_2^{\alpha}(R_+^N), \Omega^+, 0) = r_\Omega^{\beta-\alpha}.$$

При этом метод

$$\hat{m}(F_B f(\cdot)\big|_{\Omega^+})(t) = \Pi^{-1} \int\limits_{|\xi|\le r_\Omega} \xi^\alpha |\xi|^\beta F_B f(\xi) \prod_{k=1}^{n} j_{\nu_k}(t_k \xi_k) \times \prod_{k=n+1}^{N} j_{\nu_k}(t_k \xi_k) e^{it_k \xi_k} dx.$$

является оптимальным.

Теорема 3. Пусть $\Omega = \Omega^+ \cup \Omega^- \subset R^N$ – выпуклая область. Пусть $0 \in \Omega$, $\delta > 0$. Тогда

$$E((-\Delta_B)^{\alpha/2}, W_2^{\alpha}(R_+^N), \Omega^+, \delta) = \begin{cases} \sqrt{\dfrac{\alpha-\beta}{\alpha}\left(\dfrac{\beta}{\alpha}\right)^{\beta/(\beta-\alpha)} \delta^2 \Pi^{-1} r_\Omega^{2\beta} + \left(\dfrac{1}{r_\Omega}\right)^{(2\alpha-2\beta)}}, & r_\Omega < \hat{r}, \\ \left(\delta^2 \Pi^{-1}\right)^{(\alpha-\beta)/(2\alpha)}, \quad r_\Omega \ge \hat{r}. \end{cases}$$

При этом для каждого

$$r \in \left[0; \left(1 - \frac{\beta}{\alpha}\right)^{1/(2\beta)} \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{1/(2\alpha-2\beta)}\right],$$

метод

$$\hat{m}(g(\cdot)\big|_{\Omega^+})(t) = \Pi^{-1} \int\limits_{|\xi|\le r} g(\xi) \,|\, \xi \,|^\beta \prod_{k=1}^{n} j_{\nu_k}(\xi_k x_k) e^{-ix''\cdot\xi''} (\xi')^\gamma d\xi +$$

$$+ \Pi^{-1} \int\limits_{r\le|\xi|\le r_0} (\xi')^\gamma \,|\, \xi \,|^\beta\; g(\xi) \prod_{k=1}^{n} j_{\nu_k}(\xi_k x_k) e^{-ix''\cdot\xi''} (\xi')^\gamma \times \left(1 + \frac{\alpha}{\alpha-\beta}\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{\beta/(\alpha-\beta)} \left(\frac{|\,\xi\,|}{r_0}\right)^{2\alpha}\right)^{-1} d\xi,$$

где $r_0 = \min\{r_\Omega, \hat{r}\}$, является оптимальным.

Список литературы

1. Киприянов, И.А. Сингулярные эллиптические краевые задачи / И.А. Киприянов. – М.: Наука, 1997. –199 с.

2. Магарил-Ильяев, Г.Г. Наилучшее восстановление оператора Лапласа функции по ее неточно заданному спектру / Г.Г. Магарил-Ильяев, Е.О. Сивкова // Матем. сб. – 2012. – Т. 203, N 4. – С. 119-130.

3. Ситник, С.М. Метод операторов преобразования для дифференциальных уравнений с операторами Бесселя/С.М. Ситник, Э. Л. Шишкина. – М.: Физматлит, 2019.

УДК 517.55

ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕЙЛОРА ДЛЯ ПОДКЛАССОВ СПИРАЛЕОБРАЗНЫХ ФУНКЦИЙ

Султыгов М.Д., *кандидат физико-математических наук, профессор,*
Ингушский государственный университет г. Магас
e-mail: magomet.sultygov@mail.ru

Аннотация. *Предметом исследования статьи являются подклассы $MS_D(\beta,\alpha)$ класса β – спиралеобразных функций порядка α и подклассы $NS_D(\beta,\alpha)$ класса спиралеобразных функций β −выпуклых функций порядка α. Доказаны критерии принадлежности голоморфных функций к подклассам $MS_D(\beta,\alpha)$ и к подклассам $NS_D(\beta,\alpha)$. Вкладом в исследовании является тот факт, что получены коэффициенты Тейлора в полных ограниченных кратно круговых областях многих комплексных переменных. Выявлены особенности эффективных оценок коэффициентов Тейлора для специальных классов областей* Рейнхарта *голоморфных функций в бицилиндре, гиперконусе и в логарифмически выпуклой ограниченной полной двоякокруговой области.*

Ключевые слова. *Полные ограниченные кратнокруговые области, звездные функции, выпуклые функции, спиралеобразные функции, оператор дифференцирования, коэффициенты Тейлора.*

ESTIMATES OF TAYLOR COEFFICIENTS FOR SUBCLASSES OF SPIRALLIKE FUNCTIONS

Sultygov M. G., *Professor of the Department of mathematical analysis,*
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Ingush state University,
Magas, e-mail: magomet.sultygov@mail.ru

Annotation. *The subject of the article is the subclasses of $MS_D(\beta,\alpha)$ of the class of β – Spirallike functions of order α and the subclasses $NS_D(\beta,\alpha)$ of the class of spiral functions of β−convex functions of order α. The criteria of belonging of holomorphic functions to the subclasses $MS_D(\beta,\alpha)$ and to the subclasses $NS_D(\beta,\alpha)$ are proved. A contribution to the study is the fact that Taylor coefficients are obtained in complete bounded multiples of circular domains of many complex variables. The features of effective estimates of Taylor coefficients for special classes of Reinhart domains of holomorphic functions in a bi cylinder, hyperconus and in a logarithmically convex bounded complete bicircular domain are revealed.*

Key word. *Full limited multiples of the circular area, Starlike functions, convex functions, Spirallike functions, differential operator, the coefficients of the Taylor.*

Введение. В работе рассматриваются функции, голоморфные в полных ограниченных кратнокруговых областях $D \subset C^n$ или в их подобластях $\overline{D}_r =$

$r\overline{D}$, где $\overline{D}$ —замыкание области D и $r \in (0,1)$. Для упрощения записи все рассуждения ниже проводятся для случая двух комплексных переменных, однако полученные результаты легко переносятся на случай многих комплексных переменных.

Назовем $f(z) \in H(D \subset C^n)$ функцией класса Q_D [1,10], если в $D \subset C^n$ имеет разложение

$$f(z) = 1 + \sum_{|k|=1}^{\infty} a_k z^k \tag{1}$$

и $F(z_k) = z_k f(\nu_1 z_k, \dots, z_k, \dots, \nu_n z_k)$, как функция переменного z_k, однолистна в сечении области D с комплексной прямой

$$P_{\nu[k]}=\left\{z_k = \frac{z_m}{\nu_m} : \nu_m \in C\backslash\{0\}, m = 1, \dots, k-1, k+1, \dots n\right\};$$

при $\nu_m = 0$ функция $F(z_k) = z_k f(0, \dots, z_k, \dots, 0)$ однолистна в сечении

$$\Lambda_m = D \cap \{z_m = 0 : m = 1, \dots, k-1, k+1, \dots, n\}.$$

Обозначим через M_D[1,12], N_D[там же, 15] соответственно классы голоморфных в области D функций $f(z_1, z_2)$, $f(0,0) = 1$ звездных (или звездообразных), выпуклых функций.

Определение 1. Для того чтобы голоморфная в области D функция $f(z_1, z_2)$, $f(0,0) = 1$ принадлежала M_D, необходимо и достаточно, чтобы в D

$$Re\frac{L_1 f(z_1, z_2)}{f(z_1, z_2)} > 0. \tag{2}$$

Определение 2. Для того чтобы голоморфная в области D функция $f(z_1, z_2)$, $f(0,0) = 1$ принадлежала к звездной функции порядка γ, M_D (γ), $0 \le \gamma < 1$, необходимо и достаточно, чтобы в D

$$Re\frac{L_1 f(z_1, z_2)}{f(z_1, z_2)} > \gamma. \tag{3}$$

Определение 3. Для того чтобы голоморфная в области D функция $f(z_1, z_2)$, $f(0,0) = 1$ принадлежала к выпуклой функции N_D, необходимо и достаточно, чтобы в D

$$Re\frac{L_1^{(2)} f(z_1, z_2)}{L_1 f(z_1, z_2)} > 0. \tag{4}$$

Определение 4. Для того чтобы голоморфная в области D функция $f(z_1, z_2)$, $f(0,0) = 1$ принадлежала к выпуклой функции порядка γ, M_D (γ), $0 \le \gamma < 1$, необходимо и достаточно, чтобы в D

$$Re\frac{L_1^{(2)} f(z_1, z_2)}{L_1 f(z_1, z_2)} > \gamma. \tag{5}$$

Определение 5. Голоморфную функцию $f(z) \in H(D \subset C^n)$, удовлетворяющую условию

$$Re\frac{e^{i\lambda} L_1 f(z_1, z_2)}{f(z_1, z_2)} > 0 \tag{6}$$

будем называть λ – спиралеобразной функцией. Здесь оператор дифференцирования $L_1 f(z)$ имеет вид $L_1[f(z)] = f(z) + \sum_{j=1}^{n} z_j \frac{\partial f(z)}{\partial z_j}$,

$L_1^{(2)} f(z) = L_1 L_1 f(z)$ [2, 10].

В случае одного комплексного переменного этот класс ввел Л.Спачек [3] показал, что функции этого класса однолистны. В 1967 г. Р.Либера [4] расширил это определение на λ – спиралеобразные функции порядка α одного комплексного переменного. Критерием принадлежности голоморфных функций $f(z) \in H(D \subset C^n)$ к данному классу, который мы обозначим как $S_D(\lambda, \alpha)$, является

$$Re\frac{e^{i\lambda}L_1 f(z_1, z_2)}{f(z_1, z_2)} > \alpha cos\lambda \tag{7}$$

В [5,с.32] нами определен класс $MS_D(p, \lambda, \alpha), 0 \leq \alpha < p, |\lambda| < \frac{\pi}{2}$, как множество всех голоморфных в $D \subset C^n$ функций вида (1) таких, что $F(z_k) = z_k^p f(\nu_1 z_k, \dots, z_k, \dots, \nu_n z_k)$, как функция переменного z_k, p-листна λ – спиралеобразна порядка α в $D \cap P_{\nu[k]}$, а при $\nu_m = 0$ функция $F(z_k) = z_k^p f(0, \dots, z_k, \dots, 0)$ p-листна λ – спиралеобразна порядка α в Λ_m.

Цель исследования. Докажем сначала критерии принадлежности голоморфных функций к подклассам $MS_D(\beta, \alpha)$ класса β – спиралеобразных функций порядка α и к подклассам $NS_D(\beta, \alpha)$ класса спиралеобразных функций β −выпуклых функциях порядка α. Затем оценках приведем и докажем коэффициенты Тейлора голоморфной функции $f(z_1, z_2) \in Q_D$ к исследуемым классам.

Определение 6. Класс $MS_D(p, \lambda, \alpha), 0 \leq \alpha < p, |\lambda| < \frac{\pi}{2}$ есть множество всех голоморфных в $D \subset C^n$ функций вида (1) таких, что

$F(z_k) = z_k^p f(\nu_1 z_k, \dots, z_k, \dots, \nu_n z_k)$, как функция переменного z_k, p-листна

λ – спиралеобразна порядка α в $D \cap P_{\nu[k]}$, а при $\nu_m = 0$ функция

$F(z_k) = z_k^p f(0, \dots, z_k, \dots, 0)$ p-листна λ – спиралеобразна порядка α в Λ_m, что равносильно условию

$$Re\frac{e^{i\lambda}L_p f(z)}{f(z)} > \alpha cos\lambda. \tag{8}$$

Определение 7. Пусть $F(z) = \frac{L_1 f(z)}{f(z)}$ для всех $f(z) \in Q_D$. Функция

$f(z) \in Q_D$ называется функцией класса $MS_D(\beta, \alpha)$, если она удовлетворяет неравенству

$$\left|\frac{1}{e^{i\beta}F(z)} - \frac{1}{2\alpha}\right| < \frac{1}{2\alpha} \tag{9}$$

для всех действительных β и $0 < \alpha < 1$.

Методика и организация исследования основывается на вопросах геометрической теории функций многих комплексных переменных

Теорема 1. Функция $f(z)$ принадлежит классу $MS_D(\beta, \alpha)$ тогда и только тогда, когда $Re\frac{e^{i\beta}L_1 f(z)}{f(z)} > \alpha$.

Доказательство. Пусть $F(z) = \frac{L_1 f(z)}{f(z)}$ для всех $f(z) \in Q_D$. Если

$f(z) \in MS_D(\beta, \alpha)$ мы можем написать

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}F(z)}{2\alpha e^{i\beta}F(z)}\right| < \frac{1}{2\alpha}.$$

Затем мы можем получить цепочку равноэквивалентных равенств

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}F(z)}{2\alpha e^{i\beta}F(z)}\right| < \frac{1}{2\alpha} \Leftrightarrow \left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}F(z)}{2\alpha e^{i\beta}F(z)}\right|^{\mathbf{2}} < \left(\frac{1}{2\alpha}\right)^{\mathbf{2}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \left(2\alpha - e^{i\beta}F(z)\right)\left[\overline{2\alpha - e^{i\beta}F(z)}\right] < \left[e^{-i\beta}\overline{F(z)}\right]e^{i\beta}F(z) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4\alpha^2 - 2\alpha e^{-i\beta}\overline{F(z)} - 2\alpha e^{i\beta}F(z) + F(z)\overline{F(z)} < F(z)\overline{F(z)} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4\alpha^2 - 2\alpha\left(e^{-i\beta}\overline{F(z)} + e^{i\beta}F(z)\right) < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2\alpha - 2Re\left(e^{i\beta}F(z)\right) < 0 \Leftrightarrow Re\left(e^{i\beta}F(z)\right) > \alpha \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Re\left(e^{i\beta}\frac{L_1 f(z)}{f(z)}\right) > \alpha .$$

Теорема 2. Для функций $f(z_1, z_2) =\in MS_D(\beta, \alpha)$ при $|\beta| < \frac{\pi}{2}$ и $0 < \alpha < cos\beta$ имеет место оценки коэффициентов Тейлора:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f,D)\right| \le \frac{1 - \left|1 - 2\alpha e^{-i\beta}\right|}{d_{k_1,k_2}(D)\sum_{|k|=1}^{\infty}\left\{|k| + \left||k| - 2\alpha e^{-i\beta}\right|\right\}}, \text{где } |k| = k_1 + k_2. \quad (10)$$

Доказательство. Достаточно показать, что

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}F(z)}{e^{i\beta}F(z)}\right| < 1$$

при $|\beta| < \frac{\pi}{2}$ и $0 < \alpha < cos\beta$ и где $F(z) = \frac{L_1 f(z)}{f(z)}$. Заметим что

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}F(z)}{e^{i\beta}F(z)}\right| = \left|\frac{2\alpha f(z) - e^{i\beta}L_1 f(z)}{e^{i\beta}L_1 f(z)}\right| = \left|\frac{2\alpha e^{-i\beta}f(z) - L_1 f(z)}{L_1 f(z)}\right|.$$

Дальнейшее доказательство теоремы проводится с использованием работы [6,с.83]

Owa, Ochiai и Srivastava [7] рассмотрели одномерный случай подкласса $\mathcal{M}_D(\alpha)$ класса Q_D, состоящий из функций $f(z)$ таких, что

$$\left|\frac{f(z)}{L_1 f(z)} - \frac{1}{2\alpha}\right| < \frac{1}{2\alpha}. \quad (11)$$

и они же доказали следующую теорему для одномерного случая, что мы запишем для многомерного случая.

Результаты исследования.

Теорема 3. Пусть $0 < \alpha < 1$. Если для голоморфной функции $f(z)$ имеет место оценки коэффициентов Тейлора:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f,D)\right| \le \frac{1 - |1 - 2\alpha|}{2d_{k_1,k_2}(D)\sum_{|k|=1}^{\infty}\left\{\left||k| - \alpha\right|\right\}} = \begin{cases} \alpha, & 0 < \alpha \le 0{,}5, \\ 1 - \alpha, & 0{,}5 \le \alpha < 1. \end{cases} \quad (12)$$

то $f(z) \in \mathcal{M}_D(\alpha)$.

Определение 8. Пусть $G(z) = \frac{L_1^{(2)} f(z)}{L_1 f(z)}$ для всех $f(z) \in Q_D$. Функция

$f(z) \in Q_D$ называется функцией класса $NS_D(\beta, \alpha)$, если она удовлетворяет неравенству

$$\left|\frac{1}{e^{i\beta}G(z)} - \frac{1}{2\alpha}\right| < \frac{1}{2\alpha} \qquad (13)$$

для всех действительных β и $0 < \alpha < 1$.

Теорема 4. Функция $f(z)$ принадлежит классу $NS_D(\beta, \alpha)$ тогда и только тогда, когда $Re\,\frac{e^{i\beta}L_1^{(2)}f(z)}{L_1 f(z)} > \alpha$.

Доказательство. Пусть $G(z) = \frac{L_1^{(2)}f(z)}{L_1 f(z)}$ для всех $f(z) \in Q_D$. Если $f(z) \in NS_D(\beta, \alpha)$ мы можем написать

$$\left|\frac{1}{e^{i\beta}G(z)} - \frac{1}{2\alpha}\right| < \frac{1}{2\alpha} \Leftrightarrow \left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}G(z)}{2\alpha G(z)}\right| < \frac{1}{2\alpha}.$$

Затем мы можем получить цепочку равноэквивалентных равенств

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}G(z)}{2\alpha e^{i\beta}G(z)}\right| < \frac{1}{2\alpha} \Leftrightarrow \left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}G(z)}{2\alpha e^{i\beta}G(z)}\right|^{\mathbf{2}} < \left(\frac{1}{2\alpha}\right)^{\mathbf{2}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \left(2\alpha - e^{i\beta}G(z)\right)\left[\overline{2\alpha - e^{i\beta}G(z)}\right] < \left[e^{-i\beta}\overline{G(z)}\right]e^{i\beta}G(z) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4\alpha^2 - 2\alpha e^{-i\beta}\overline{G(z)} - 2\alpha e^{i\beta}G(z) + G(z)\overline{G(z)} < G(z)\overline{G(z)} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4\alpha^2 - 2\alpha\left(e^{-i\beta}\overline{G(z)} + e^{i\beta}G(z)\right) < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 2\alpha - 2Re\left(e^{i\beta}G(z)\right) < 0 \Leftrightarrow Re\left(e^{i\beta}G(z)\right) > \alpha \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Re\left(\frac{e^{i\beta}L_1^{(2)}f(z)}{L_1 f(z)}\right) > \alpha .$$

Теорема 5. Для функций $f(z_1, z_2) = 1 + \sum_{k_1,k_2=1}^{\infty} a_{k_1,k_2} z_1^{k_1} {z_2}^{k_2} \in NS_D(\beta, \alpha)$ при $|\beta| < \frac{\pi}{2}$ и $0 < \alpha < cos\beta$ имеет место оценки коэффициентов Тейлора:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f, D)\right| \le \frac{1 - \left|1 - 2\alpha e^{-i\beta}\right|}{\sum_{|k|=1}^{\infty}|k|\left\{|k| + \left||k| - 2\alpha e^{-i\beta}\right|\right\}}, \text{где } |k| = k_1 + k_2. \qquad (14)$$

Доказательство. Достаточно показать, что

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}G(z)}{e^{i\beta}G(z)}\right| < 1$$

при $|\beta| < \frac{\pi}{2}$ и $0 < \alpha < cos\beta$ и где $G(z) = \frac{L_1^{(2)}f(z)}{L_1 f(z)}$. Заметим что

$$\left|\frac{2\alpha - e^{i\beta}G(z)}{e^{i\beta}G(z)}\right| = \left|\frac{2\alpha L_1 f(z) - e^{i\beta}L_1^{(2)}f(z)}{e^{i\beta}L_1^{(2)}f(z)}\right| = \left|\frac{2\alpha e^{-i\beta}L_1 f(z) - L_1^{(2)}f(z)}{L_1^{(2)}f(z)}\right|.$$

Дальнейшее доказательство теоремы проводится с использованием работы [6,с.91]

Принимая β= 0 в теореме 5, получаем обобщенный аналог теоремы 8[7].

Теорема 6. Пусть $0 < \alpha < 1$. Если для голоморфной функции $f(z) \in Q_D$ и имеет место оценки коэффициентов Тейлора:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f,D)\right| \leq \frac{1-|1-2\alpha|}{d_{k_1,k_2}(D)\sum_{|k|=1}^{\infty}|k|\{||k|-\alpha|\}} = \begin{cases} \alpha, & 0<\alpha\leq 0{,}5\,, \\ 1-\alpha, & 0{,}5 \leq \alpha < 1. \end{cases} \qquad (15)$$

то $f(z) \in \mathbb{N}_D(\alpha)$, где $\mathbb{N}_D(\alpha)$ имеет вид

$$\left|\frac{L_1 f(z)}{L_1^{(2)} f(z)} - \frac{1}{2\alpha}\right| < \frac{1}{2\alpha}.$$

В оценках коэффициентов Тейлора входит величина $d_{k_1,k_2}(D) = \sup(|z_1|^m |z_2|^n)$ для всех $(z_1, z_2) \in D \subset C^2$. Для конкретного вида области D важно уметь вычислить $d_{k_1,k_2}(D)$. С целью получения эффективных оценок коэффициентов Тейлора возникает вопрос о выделении специальных классов областей D, для которых можно эффективно вычислить $d_{k_1,k_2}(D)$. Пусть D_1-та область D, граница которой дважды непрерывно дифференцируема и аналитически выпукла извне. Как доказал А.А.Темляков [8], границу этой области можно представить в следующем параметрическом виде:$|w| = r_1(\tau), |z| = r_2(\tau)$, $0 \leq \tau \leq 1$, где $r_1(0) = 0$, $r_1(1) < \infty$, $r_1'(\tau) > 0, (0 < \tau \leq 1)$ и $r_2(\tau) = R_2 exp\left[-\int_0^{\tau} \frac{\tau}{1-\tau} d ln\, r_1(\tau)\right]$, $r_2(1) = 0$. Такое параметрическое представление области D_1 позволяет эффективно вычислить $d_{k_1,k_2}(D_1)$. Действительно, в этом случае, как легко установить, при $k_1 + k_2 > 0$

$$d_{k_1,k_2}(D_1) = r_1^{k_1}\left(\frac{k_1}{|k|}\right) r_2^{k_2}\left(\frac{k_1}{|k|}\right), \text{считая } 0^0 = 1.$$

Заметим так же, что если область D - бицилиндр $\{|z_1| < R_1, |z_2| < R_2\}$, то очевидно, что $d_{k_1,k_2}\left(f: U^2_{R_1,R_2}\right) = R_1^{k_1} \cdot R_2^{k_2}$. Итак, в случае тех областей D, границы которых дважды непрерывно дифференцируемы и аналитически выпуклы извне, а также в случае бицилиндра оценки коэффициентов Тейлора являются эффективными.

Выводы.

Теорема 7. Для функций $f(z_1, z_2) \in MS_{U^2_{R_1,R_2}}(\beta, \alpha)$ эффективные оценки коэффициентов Тейлора в бикруге при $|\beta| < \frac{\pi}{2}$ и $0 < \alpha < cos\beta$ имеют вид:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f: U^2_{R_1,R_2})\right| \leq \frac{1-\left|1-2\alpha e^{-i\beta}\right|}{R_1^{k_1} \cdot R_2^{k_2} \sum_{|k|=1}^{\infty}\{|k| + \left||k| - 2\alpha e^{-i\beta}\right|\}}\,. \qquad (16)$$

Теорема 8. Для функций $f(z_1, z_2) \in MS_{K_1}(\beta, \alpha)$ в гиперконусе $K_1 = \{(z_1, z_2) \in C^2: |z_1| + |z_2| < 1\}$, где граница этой области представима в параметрическом виде: $\partial K_1 = \{(z_1, z_2) \in C^2: |z_1| = \tau, |z_2| = 1 - \tau, 0 \leq \tau \leq 1\}$,

$$d_{k_1,k_2}(f: K_1) = \left(\frac{k_1}{|k|}\right)^{k_1} \left(\frac{k_2}{|k|}\right)^{k_2}$$

имеют место эффективные оценки коэффициентов Тейлора:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f: K_1)\right| \leq \frac{|k|^{|k|}\left(1-\left|1-2\alpha e^{-i\beta}\right|\right)}{k_1{}^{k_1}\cdot k_2^{k_2}\cdot\sum_{|k|=1}^{\infty}\left\{|k|+\left||k|-2\alpha e^{-i\beta}\right|\right\}}$$

Теорема 9. Для функций $f(z_1,z_2) \in MS_{D_{p,q}}(\beta,\alpha)$ в логарифмически выпуклой ограниченной полной двоякокруговой области

$$D_{p,q} \stackrel{\text{def}}{=} \left\{(z_1,z_2) \in C^2: |z_1|^p + |z_2|^q < 1; p = \frac{m}{n}, m,n,q \in N\right\}$$

где $D_{p,q} \in (T)$ тогда и только тогда, когда $p \geq 1$. В области $D_{p,q} \in (T)$ радиусы параметризации $r_1(\tau)$ и $r_2(\tau)$ определяются равенствами

$$r_1{}^p(\tau) = \frac{\tau q}{\tau q + (1-\tau)p}, r_1{}^q(\tau) = \frac{(1-\tau)q}{\tau q + (1-\tau)p},$$

$$d_{k_1,k_2}(f: D_{p,q}) = \left(\frac{k_1 q}{k_1 q + k_2 p}\right)^{\frac{k_1}{p}}\left(\frac{k_2 p}{k_1 q + k_2 p}\right)^{\frac{k_2}{q}}, \text{где } 0^0 = 1,$$

и эффективные оценки коэффициентов Тейлора имеют вид:

$$\left|a_{k_1,k_2}(f: U_{R_1,R_2}^2)\right| \leq \frac{(k_1 q + k_2 p)^{\frac{k_1 q + k_2 p}{qp}}\left(1-\left|1-2\alpha e^{-i\beta}\right|\right)}{(k_1 q)^{\frac{k_1}{p}}(k_2 p)^{\frac{k_2}{q}} \quad \sum_{|k|=1}^{\infty}\left\{|k|+\left||k|-2\alpha e^{-i\beta}\right|\right\}} \quad . \ (17)$$

Эффективные оценки коэффициентов Тейлора в бикруге U_{R_1,R_2}^2, гиперконусе K_1 и в логарифмически выпуклой ограниченной полной двоякокруговой области $D_{p,q} \in (T)$ для результатов теорем 3,5,6 записываются по аналогии результатов теорем 7-9.

Список литературы

1. Баврин, И.И. Классы голоморфных функций многих комплексных переменных и экстремальные вопросы/И. И. Баврин. – М. –1976. – 99 с.

2. Баврин, И.И. Операторный метод в комплексном анализе/И.И. Баврин. – М. –1991. – 200 с.

3. Špaček, L. Pricpevek k teorii funci prostysh/ L. Špaček// Časopis pro pest. Mat. a fys., vol. 62. –1932. – Pp.12–19.

4. Libera, R. J. Univalent α-spiral functions/R. J. Libera// Canada J. Math. – Vol.19. –1967. – Pp. 449–456.

5. Султыгов, М.Д. Достаточные условия класса p – листных λ – спиралеобразных функций порядка α в областях Рейнхарта/М. Д. Султыгов// Фундаментальные и прикладные научные исследования. http://naukaip.ru. – 2018. – Стр. 31-35

6. Owa, Sh. On Some Results for Subclass of β–Spirallike functions of order α /Sh. Owa// Tamsui Oxford Journal of Information and Mathematical Sciences. – 28(1) –2012. –Pp.79-93.

7. Owa Sh. Some coefficients inequalities and distortion bounds associated with certain new subclasses of analytic functions/Sh. Owa, K. Ochiai and H. M. Srivastava // Mathematical Inequalities & Applications. –9(2006). – Pp. 125-135.

8. Темляков, А.А. Интегральные представления функций двух комплексных переменных/А. А. Темляков//Доклады АН СССР.

УДК 51(07)

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Авдеева Т.К., *профессор доктор педагогических наук,*
Авдеев И.Ф., *доцент, кандидат физико-математических наук*
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,
Россия, г. Орел, e-mail: ivan_avd@mail.ru

Аннотация. *В статье говорится о реализации «Концепции развития математического образования в Российской Федерации» в общеобразовательной школе. В Концепции выделено два уровня математического образования: математическая грамотность всего населения; эффективное использование математических методов. В статье основное внимание уделено первому уровню. Задача математического образования воспитать рачительного хозяина в быту и подготовить креативную личность, способную принимать оптимальные решения в науке и профессиональной деятельности. С этой целью в обучении математике особая роль отведена прикладным задачам, которые показали свою эффективность на практике. В статье описывается методика формирования математической грамотности учащихся при обучении их решению прикладных задач. Приведены конкретные виды прикладных задач, показана методика работы с ними.*

Ключевые слова*: развитие математического образования, математическая грамотность, актуальные знания, мотивация, прикладные задачи, метод проектов.*

METHODOLOGY FOR THE FORMATION STUDENT'S MATHEMATICAL LITERACY IN A COMPREHENSIVE SCHOOL

Avdeeva T.K., *Doctor of Education, Professor in Oryol State University named after I.S. Turgenev, e-mail: ivan_avd@ mail.ru*
Avdeev I.F., *Ph.D. in math and physics, associate professor in Oryol State University named after I.S. Turgenev, e-mail: ivan_avd @ mail.ru*

Annotation. *The implementation of the "Concept for mathematical education's development in the Russian Federation" in a comprehensive school is described in this article. The Concept identifies two levels of mathematical education, which are mathematical literacy of the entire population and effective use of math-*

ematical methods. The main focus of article on the first one. The task of mathematical education is to prepare a creative person who will be able to solve either ordinary tasks in everyday life or scientific problems in effective ways. That's why a special role was given to methods of resolve applied problems which were effective on practice. There is a methodology for the formation of student's mathematical literacy while teaching tore solve applied problem. Several types of applied problems with effective ways of their resolving are shown in the article.

***Key words**: development of mathematical education, mathematical literacy, actual knowledge, motivation, applied problems, project method.*

В «Концепции развития математического образования в Российской Федерации» [2] подчеркивается, что математика в большей степени обеспечивает научно-технический прогресс в обществе, благодаря развитию математики совершенствуются современные технологии, повышается эффективность производства, экономики, обороноспособности.

Математическое образование формирует логическое мышление, метакомпетенции необходимые для изучения других дисциплин, черты креативной личности. [2]. В Концепции выделено два уровня математического образования: математическая грамотность всего населения; эффективное использование математических методов. Мы в своей статье остановимся на первом уровне математического образования. Обучение, воспитание и формирование личности в большей степени проходит в общеобразовательной школе. В новых Федеральных Государственных Образовательных Стандартах (ФГОС) школьного математического образования упор делается на то, как ребенок может применить знания на практике. С 2015 года начали вносить изменения в ФГОС в них, в частности, отмечается, что школьник должен «владеть основами математических знаний» [5].

Методические рекомендации по составлению учебных программ, гласят «школьные программы должны давать максимально актуальные знания». Сделать акцент на этом призван учитель в процессе обучения. Чтобы обучение было действительно эффективным школьники должны иметь положительную мотивацию к изучению того или иного материала. Такая мотивация формируется, прежде всего, практикой – т.е. применением полученных знаний в жизни. Говоря о математических знаниях, схему их применения можно записать так: семейный бюджет → трудовая деятельность → экономическое благосостояние. В семье мы должны растить и воспитывать рачительного хозяина, научить его обращаться с деньгами. Этому, в немалой степени, способствуют прикладные математические задачи. Приведем пример. В учебнике математики для 5 класса [3] в разделе «Прикидка результата деятельности» приводятся задачи.

Задача 1. Цена тетради 8 рублей Маше надо купить 28 тетрадей. Она заглянула в кошелек и убедилась, что там лежит достаточно денег, чтобы сделать покупку. [3, №150, с.47]

При поиске решения с учащимися полезно выяснить:

- Как бы вы поступили в этой ситуации?

- Сколько решений имеет эта задача?

Конечно, сидя за партой, решать следует строго - 8 ·28 = и т.д. Но в магазине многим без карандаша и бумаги или калькулятора, не обойтись.

- Может помочь нам прикидка? Нашли еще два способа решения: - 10 · 28 и - 8 · 30.

- Прокомментируйте их. Дайте ответ к задаче.

Далее в учебнике следует задача, с которой мы часто встречаемся в жизни, к сожалению, решают ее взрослые, а зря. Пусть это будет первым творческим домашним заданием ученику 5 класса.

Задача 2. Составьте список продуктов, которые вы хотели бы купить к праздничному столу, узнайте их цены и, выполните прикидку, хватит ли Вам для покупки 800 рублей. Если хватит, подумайте, что еще можно купить на оставшиеся деньги, а если нет, то от чего следует отказаться. [3, №157, с.50]

Линия числа в школьном курсе математики одна из основных, поэтому прочное и осознанное ее усвоение залог математической грамотности.

Растут наши дети, становятся помощниками в семье, решают более сложные задачи. Часто в хозяйственном магазине или на лесоторговой базе мы видим вместе отца и сына, выбирающих стройматериалы. Этому походу, вполне, может предшествовать такая математическая задача.

Задача 3. Нужно залить фундамент под дом, план которого изображен на рисунке 1.

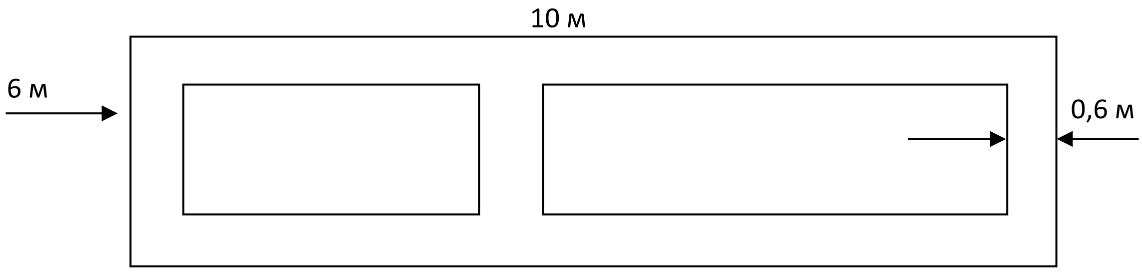


Рис.1.

Глубина вырытой траншеи 80 см. Фундамент должен быть изготовлен из утрамбованного бетона, составленного из цемента, песка и щебня, взятых в пропорции 2:5:7. Сколько потребуется каждого материала, если $4\ м^3$ составленного бетона дают $3\ м^3$ утрамбованного? [1, №3, с.35]

Решение задачи начинается с нахождения объема вырытых траншей, ученики могут предложить разные способы, приведем один из них:

$V = 2 \cdot 10 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}8 + 3 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}8 \cdot 4{,}8 = 16{,}512\ (м^3)$

Школьнику, постигающему, кроме математики, азы строительного дела, полезно знать, что $16{,}512\ м^3$ - это объем утрамбованного бетона. Выясните с ребятами, почему появился термин «утрамбованный»? Возможно, именно ваши троечники дадут самые обоснованные ответы. Похвалите их, успех окрыляет, а хорошему практику-строителю, негоже плестись в хвосте по математике.

Будем мешать бетон. Его будет больше или меньше? Найдем его объем:

$\frac{16,512 \cdot 4}{3} = 22,016$ ($м^3$)

В таком сложном деле, как строительство дома, все непросто, и, как видим, математика здесь на каждом шагу. Вот опять задачи на пропорции, которые школьники осваивают с 5 класса, и, как их убеждает практика, не зря. Поэтому уравнение 2х + 5х + 7х = 22,016 будет получено без труда. А вот дальше ….

14х = 22,016; х = 1,5725714…. Вот беда, процесс деления бесконечен!

Обсуждаем вопросы:

- До какого разряда продолжать деление?

- Нужна ли точность до шестого разряда? Что это будет означать практически? (Будем мы вывешивать бетон до мг? Конечно, нет. Достаточно получить результат с точностью до 0,01).

Но и это еще не конец. – А как округлять? Какие способы, ребята, вы знаете?

Правило первой отбрасываемой цифры, с избытком, с недостатком. Все дружно повторяют в классе, а кто-то, планирует повторить этот материал дома еще раз, вещь-то, как показывает практика, нужная.

Как поступить в этой задаче? Если по правилу первой отбрасываемой цифры, получим округление с недостатком. Чем это обернется на практике? Да, всегда надо смотреть реальности в глаза, при таком округлении раствора не хватит… Надо округлять с избытком, тогда объем одной части $x \approx 1,58$ $м^3$.

Для этого вида работ потребуется: цемента $3,16 м^3$, песка $- 7,9$ $м^3$, щебня –11,06 $м^3$.

Задача решена, а сколько потребовалось житейского опыта, сколько раз ребята убеждались в необходимости прочных знаний по математике и, как знать, сколько из них изменили свое отношение к этому предмету в лучшую сторону. Решена только одна прикладная задача, а учащиеся повторили следующие математические умения как:

1) читать чертеж и вычислять недостающие размеры, исходя из данных;
2) математизировать условие задачи;
3) находить объем прямоугольного параллелепипеда;
4) вычислять значения числовых выражений;
5) составлять уравнение к задаче и решать его;
6) проводить тождественные преобразования алгебраических выражений;
7) округлять, определяя точность округления и способ его проведения;
8) обращаться с пропорциональными величинами.

В настоящее время в общеобразовательной школе в обучении широко используется метод проектов. Учителю математики целесообразно предлагать разработку проектов по решению прикладных задач, что поможет формировать у школьников математическую грамотность, развивать практические, а, возможно, профессиональные навыки.

В современном мире каждый грамотный человек должен дружить с процентами, они окружают нас на каждом шагу. Идя по улице, мы нередко видим объявления: «Акция! Каждый третий метр ткани бесплатно», «Три метра ткани по цене двух», «Только сегодня действует скидка 25% на все ткани». Куда пойти, чтобы получить наибольшую выгоду? Уверены, вооруженный математическими знаниями школьник, найдет правильный ответ. А вот еще, на вид, очень простая задача.

Задача 4. Известно, что товар x на 15% дороже товара y. Можно ли считать, что товар y на 15% дешевле товара x? [6]

- Конечно! Таков быстрый, но … неправильный ответ.

Смотри. Первое условие $x = 1{,}15\ y$, отсюда $y = \frac{1}{1{,}15}$; $y = 0{,}87\ x$.

Это означает, что товар y дешевле на 13% товара x.

Вот еще задача, не спеши с ответом на нее.

Задача 5. Множимое увеличили на 10%, а множитель уменьшили на 10%. Как при этом изменилось произведение?

Вопрос к этой задаче может быть и другим, провокационным: Изменится ли при этом произведение?

Осень пора грибная: грибы собираем, сушим и решаем задачи, например, такие.

Задача 6. Собрали 100 кг грибов. Оказалась их влажность 99%. Когда грибы подсушились, влажность оказалась 98%. Какой стала масса грибов после просушивания?

На примере этой задачи полезно повторить табличный способ решения задач на проценты, он также эффективен при решении многих текстовых задач. Решение.

Грибов	Всего	Воды	Сухого вещества
Первично	100 кг	99%	1% -
После просушки	? кг	98%	2% -

1% это $100 - 100 \cdot 0{,}99 = 1$ (кг); 2% это также 1 кг, тогда масса сухих грибов $1:0{,}02 = 50$ (кг).

А вот если вы купили арбуз и забыли его вовремя съесть, то решать вам придется такую задачу.

Задача 7. Влажность купленного арбуза 99%. В результате длительного хранения влажность снизилась до 98%. Как изменилась масса арбуза?

Вот приятная практическая задача, которая нередко встречается в жизни.

Задача 8. Картофель подешевел на 20%. На сколько процентов больше можно купить картофеля на ту же сумму?

Решение. Так как картофель подешевел на 20%, то на весь, купленный ранее картофель надо потратить 80% имевшихся денег. А на оставшиеся 20% купить еще $\frac{1}{4}$ часть картофеля $(20:80 = \frac{1}{4})$. Ответ: на 25%.

И, конечно, только математика поможет выбрать стратегию выбора самой выгодной покупки. Решите задачу.

Задача 9. Мама дала Васе денег на 30 карандашей. Оказалось, что в магазине карандашная фабрика проводит рекламную акцию: в обмен на чек о покупке 20 карандашей возвращают 25% стоимости набора; а в обмен на чек о покупке набора из 5 карандашей – 10%. Какое наибольшее число карандашей может купить Вася?

Возможно, вашим ученикам будет интереснее отвечать на такой вопрос: Опишите стратегию Васи, если он купил 36 карандашей.

Проценты в нашей жизни везде, в том числе на экранах телевизора, на страницах газет. Учителя математики об этом знают и готовы предложить школьникам соответствующие задачи, вы найдете их в статьях на страницах журнала «Математика в школе», например, [4].

Вот задача на предмет недавних выборов, голосовать и агитировать будем за партию любителей математики (ПЛМ).

Задача 10. В выборах в 100 местный парламент участвовали 12 партий. В парламент проходят партии, за которые проголосовало строго больше 5% избирателей. Между прошедшими в парламент партиями места распределяются пропорционально числу набранных ими голосов. После выборов оказалось, что каждый избиратель проголосовал ровно за одну из партий (недействительных бюллетеней не было) и каждая партия получила целое число мест. При этом ПЛМ набрала 25% голосов. Какое наибольшее число мест в парламенте она могла получить?

Решение. Если 10 партий наберут ровно по 5% голосов, а две, включая ПЛМ, по 25%, то представители ПЛМ получат ровно 50 мест в парламенте. Докажем, что большее число мест ПЛМ получить не может. Количество мест, полученных ПЛМ в парламенте равно 100 (количество голосов, набранных ПЛМ): (количество голосов, набранных всеми партиями, прошедшими в парламент) это в свою очередь равно 100·(количество голосов, набранных ПЛМ): ((общее количество избирателей) – (количество голосов, набранных всеми партиями, не прошедшими в парламент)). Отсюда видно, что наибольшее число мест ПЛМ получит в том случае, если общее количество голосов, отданных за непрошедшие партии, максимально. Если бы в парламент не прошли 11 партий, они вместе набрали бы не более 55% голосов, но 55% + 25% $<$ 100%. Значит не прошли в парламент максимум 10 партий, и они набрали в сумме не более 50% голосов. Поэтому ПЛМ получит в парламенте не более 50 мест.

Задача непростая, на практике мы с ней встречаемся раз в четыре года.

Другое дело экология, состояние окружающей среды, здесь без математической грамоты не обойтись. Например, каждый четвертый житель планеты кормится, благодаря применению минеральных удобрений, за счет них мы получаем не менее половины прироста урожая. Один килограмм питательных веществ (азот, калий, фосфор) дает: 5 кг зерна, 30 кг картофеля, 3 кг сахара, 2 кг кормового белка с естественно-пойменного луга, 1 кг мяса, 10 литров молока. Впечатляет? Но нельзя только брать от земли все не возмещая убытки, а они немалые – так при урожае 25 ц зерна и 60 ц соломы на каждом гектаре вносится 100 кг азота, 40 кг фосфора и до 70 кг окиси калия. [1]

Эта информация лишь прелюдия к целой серии прикладных математических задач, составит ли их учитель математики или это сделают учащиеся в качестве творческого домашнего задания. Несомненно, что, решение прикладных задач, а тем более их составление будет формировать математическую грамотность школьников.

Список литературы

1. Авдеева, Т.К. Профессиональная ориентация учащихся на уроках математики в сельской малокомплектной школе/Т. К. Авдеева. – Орел, ОГУ, 1999. -96с.

2. Концепции развития математического образования в Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. № 2506-р.

3. Математика 5 класс: учеб. для общеоб. Учр. /И.И. Зубарева, А.Г. Мордкович. – 9-е изд. стер.: Мнемозина, 2009.- 270 с. илл.

4. Петров, В.А. Задачи на проценты с газетной полосы/ В.А. Петров// Математика в школе № 6, 2009.

5. Приказ Минобрнауки России от 31.12.2015 № 1577 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. №1897».

6. Севрюков, П.Ф. Маленькие хитрости в решении задач на проценты/П.Ф. Севрюков// Математика в школе № 9, 2011.

УДК 372.851

ТЕОРИЯ ДЕЛИМОСТИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИКИ

Джабраилова А.Х.*, магистрант*
Чеченский государственный педагогический университет, Грозный
e-mail.ru: am_dzh@mail.ru

Аннотация: *В статье рассмотрен актуальный вопрос изучения теории делимости в курсе школьной математики. Не смотря на достаточно простой теоретический и практический материал из раздела элементарной математики, практика обучения теории делимости в современной школе не является целостной структурой и имеет ряд значительных замечаний.*

Ключевые слова: *курс школьной математики, теория целых чисел, теория делимости, простые, составные числа.*

THE THEORY OF DIVISIBILITY IN THE SCHOOL COURSE OF MATHEMATICS

Dzhabrailova A.Kh.*, master student*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail.ru: am_dzh@mail.ru

Abstract: *The article deals with the topical issue of studying the theory of divisibility in the course of school mathematics. Despite the rather simple theoretical and practical material from the section of elementary mathematics, the practice of teaching the theory of divisibility in a modern school is not an integral structure and has a number of significant remarks.*

Keywords: *school mathematics course, theory of integers, theory of divisibility, prime, composite numbers.*

Знания рассматриваемой теории необходимы учащимся на протяжении всего школьного курса и требуют пристального внимания. Изучение данного вопроса показывает, что знания элементарной теории чисел необходимы для решения олимпиадных заданий по математике для учащихся с пятых по одиннадцатый классы. Кроме того, достаточно сложные задачи содержатся в ЕГЭ по математике на профильном уровне и в содержании итоговой аттестации по математике за курс средней школы.

Анализ методической литературы, а также анализ учебников и школьной программы по математике для 5-9 классов, – изучение опыта работы учителей; обобщение и систематизация теоретических и практических знаний по рассматриваемой теме.

Практика обучения элементарной теории чисел, в частности теории делимости, на современном этапе имеет значительные нарекания и не является целостной структурой. Напомним, что в школьном курсе математики содержатся две темы «Делимость натуральных чисел» и «Делимость чисел», которые включены в программу по математике для 5-6 классов и затем представлены частично в курсах «Алгебра» основной школы и «Алгебра и начала анализа» в 10-11 классах. [4, с. 30]

Знания данной теории востребованы учащимися и требуют особого внимания. Задачи, решаемые с помощью элементарной теории чисел, традиционно содержатся в олимпиадах по математике для школьников на разных этапах их проведения.

Также еще более сложного уровня подобные задачи содержатся в ЕГЭ по математике на профильном уровне и уже 6 лет подряд включены в содержание итоговой аттестации по математике за курс средней школы на базовом уровне.

В этой связи рассмотрим более подробно теоретический материал из теории делимости, который необходим, на наш взгляд, для более качественного изучения данного раздела в старших классах либо на уроках, либо во внеурочной деятельности.

Для начала необходимо научить учащихся располагать списком простых чисел, определять является ли произвольное число простым или составным, для составного числа уметь находить его нетривиальные делители. [1, с. 50]

Рассмотрим три способа.

Первый. Воспользуемся теоремой 1: Наименьший простой делитель составного числа с не превосходит $\sqrt{C}$.

Допустим, что c = a * b тогда при соответствующем разложении на множители a и b не будут больше, чем $\sqrt{C}$. В противном случае получится что a * b > $\sqrt{C}$ * $\sqrt{C}$ = С. Это противоречие. Следовательно, для определения имеет ли число с делитель, достаточно проверить, делится ли данное число с на простые числа, не превосходящие $\sqrt{C}$.

Пример 1. Определить, является ли число с = 231 составным.

Для числа с = 231 целая часть выражения $\sqrt{C}$: 15 Простые числа до 15 это: 2, 3, 5, 7, 11. Проверяя делимость исходного числа на эти простые числа, находим, что 231= 3·7·11, т.е. число составное.

Пример 2. Определить, является ли число с = 929 составным. Для числа с = 929 целая часть выражения $\sqrt{C}$: 30. Проверяя делимость исходного числа на простые числа до 30 выясняем, что таких нет, следовательно, число 929 является простым.

Второй способ – это применение таблиц простых чисел. Определение простых чисел возможно до 10 000 000 по таблице Д.Х. Лемера.

Третий способ с помощью «решета Эратосфена», который также основан на выше рассмотренной теореме 1.

Пример 3. Определить, является ли число с = 29 составным.

Наименьший простой делитель составного числа с не превосходит $\sqrt{29}$: 5. Следовательно, нужно проверить простые делители 2; 3 и 5.

1. Выпишем все числа из натурального ряда до 29: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29.

2. Вычеркнем число 1:

2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29.

3. Вычеркнем числа кратные 2, кроме самого числа 2:

2; 3; 5; 7; 9; 11; 13; 15; 17; 19; 21; 23; 25; 27; 29.

4. Вычеркнем числа кратные 3, кроме самого числа 3:

3; 4; 5; 7; 8; 10; 11; 13; 14; 16; 17; 19; 20; 22; 23; 25; 26; 28; 29.

5. Вычеркнем числа кратные 5, кроме самого числа 5:

2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 11; 12; 13; 14; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 24; 26; 27; 28; 29.

Итак, нашли 10 простых чисел из натурального ряда до 29: 2;3;5;7;11;13;17;19;23; 29.

Из этого ряда 29 только на 29. Следовательно, число 29 является простым.

Можно «решето Эратосфена», представить в виде таблицы и также последовательно вычеркивать числа кратные 2; 3 и 5 кроме их самих. [7, с. 63]

Например, для нашей задачи:

Таблица 1. Ряд целых чисел до 29

~~1~~	2	3	~~4~~	5	~~6~~	7	~~8~~
~~9~~	~~10~~	11	~~12~~	13	~~14~~	~~15~~	~~16~~
17	~~18~~	19	~~20~~	~~21~~	~~22~~	23	~~24~~
~~25~~	~~26~~	~~27~~	~~28~~	29			

Простые числа: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29.

Способы первый и второй позволяют работать только с достаточно небольшими числами.

Если число велико, то пользуются таблицей простых чисел или теоремой 1 на основе следующего утверждения.

Если n-k*l, где k=p*q, а l < p < k, то p – делитель числа n, меньший, чем k.

Пример 4. Разложить на простые множители n = 22451.

На 2, 3, 5, 7 число n не делится, но делится на 11 (признак делимости на 11). Делим и получаем, что 22451 = 11* 2041. Заметим, что 2041 на 11 не делится.

Найдем делители числа 2041. Из того, что 482 < 2041 < 492, следует, что искомый простой делитель, возможно, будет среди простых чисел от 13 до 47. Число 2041 делится на 13 по признаку 41-2=39. 39 делится на 13.

Итак: 22451= 11 * 13 * 157. Рассмотрим число 157. Известно, что 132 > 157, причем все простые числа, меньшие 13, не делители данного числа, тогда 157 - простое число. 22451= 11 * 13 * 157 – искомое разложение на простые множители. [3, с. 10]

Рассмотрим метод, не требующий перебора всевозможных его простых делителей (метод Ферма).

Для этого нам понадобится формула суммирования последовательных нечётных чисел. Запишем несколько равенств:

12 =1,

22 =1 + 3,

32 =1 + 3 + 5,

42 =1 + 3 + 5 + 7,

52 =1 + 3 + 5 + 7+9.

Или в общем виде *n2 = 1 + 3 + … + (2n – 1)* для любого натурального n.

Данную зависимость можно записать из формулы суммы первых n натуральных чисел 1 + 2+ + … + $n = \frac{n(n+1)}{n}$, наглядная иллюстрация, которой представлена на рисунке 1, при $n = 4$.

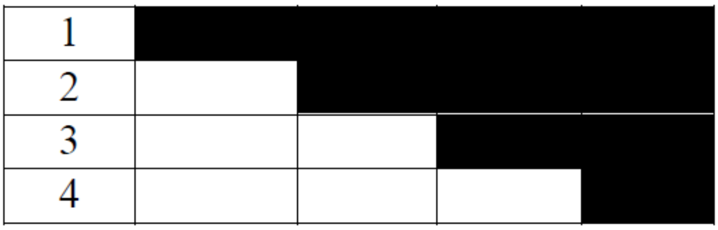


Рис. 1. Геометрическая иллюстрация примера при n=4.

Сумма $1 + 2 + 3 \ldots + n$ равна площади ступенчатой белой фигуры.

Выполним дополнительное построение. Пристроим к данной фигуре такую же, но только перевёрнутую (это чёрная фигура). В результате имеем прямоугольник со сторонами n и (n+1). [6, с. 44]

Площадь прямоугольника равна n(n + 1), тогда площадь его половины будет $\frac{n(n+1)}{2}$.

Используем формулу суммы нечётных чисел.

К $1 + 3 + \ldots +(2n-1)$ прибавим сумму последовательных чисел:

$1 + 3 + \ldots + (2n - 1)+(2 + 4 + \ldots+ (2n-2)) = n(2n-1)$.

В результате получим $n(2n-1) - 2\, n\, (n-1)/ 2 = n^2$.

Данное равенство $1 + 3 + \ldots +(2n-1) = n^2$. можно доказать методом математической индукции.

Пусть равенство верно при $n = 1$.

Предположим, что для некоторого k верно равенство

$S_k = 1 + 3 + \ldots +(2k-1) = k^2$; следовательно, $S_{k+1} = S_k +(2k+1)= k^2 + 2k + 1 = (k + 1)^2$.

Итак, равенство справедливо для всех натуральных n.

Рассмотрим суть метода Ферма.

Пусть дано нечётное натуральное число n, где $n > 3$. Необходимо последовательно прибавлять к нему нечётные числа 1, 3, 5, и т. д., пока не получим квадрат некоторого числа X: [5, с. 28]

$n + 1 + 3 + 5 + 7 + \ldots + (2k-1) = X^2$.

По выше рассмотренной формуле $1 + 3 + 5 + \ldots + (2k-1) = k^2$, тогда разложение числа n будет $n = X^2 - k^2 = (X - k)\,(X + k)$.

Пример 5. Число 1334 разложить на множители.

Заметим, что число делится на 2, т.е. 1334 = 2*667.

Рассмотрим число 667. Воспользуемся методом Ферма для отыскания делителей числа 667:

667+1 = 668;

667 +1+3 = 671;

667 + 1 + 3 + 5 = 676 = 262.

Тогда 667 = 262-32 или 667= (26-3)(26+3), следовательно, 667 = 23*29.

Тогда, 1334 = 2*23*29

Продемонстрируем использование основной теоремы арифметики.

Любое натуральное число n, где n > 1, представимо в виде произведения простых сомножителей, причем два таких разложения могут отличаться только порядком следования сомножителей.

Пример 7. Для числа 992 найти все его делители и сумму собственных делителей.

Выполним разложение числа 992 на простые множители: 992 = 25 * 31.

Тогда собственные делители:

1, 2, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$, $2^4 = 16$, $2^5 = 32$, и 31, 2 * 31 = 62, 4 * 31 = 124, 8 * 31 = 248, 16 * 31 = 496, 32 * 31 = 992.

Найдем сумму собственных делителей:

$1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 31 + 2 * 31 + 4 * 31 + 8 * 31 + 16 * 31 = (1 + 31) + (2 + 2 * 31) + (4 + 4 * 31) + (8 + 8 * 31) + (16 + 16 * 31) = 32 * (1 + 2 + 4 + 8 + 16) + 8 = 32 * 31 = 992$.

В данной статье рассмотрена лишь малая часть теоретического материала из теории делимости, которая будет полезна при изучении школьной математики. Нет ни малейшего сомнения, что задачи элементарной теории чисел содержат огромный образовательный и развивающий потенциал для учащихся. Одной из важных особенностей раздела является доступность и относительная простота в понимании для учащихся, начиная с 6 класса. С другой стороны, ряд задач не решаются по известным алгоритмам. [2, с. 14]

Для решения таких задач необходимо при решении использовать анализ, постановку гипотез, их проверку, применять аналитико-синтетические поисковые схемы. Предложенные дополнительные сведения из раздела теория делимости позволят учащимся качественно решать предложенные задачи из раздела теории чисел.

Список литературы

1. Волкова, Т.С., Задачи элементарной теории чисел в содержании профессиональной подготовки современного учителя математики/Т.С. Волкова // Вестник ТГПУ. 2019. №7 (160). – С. 50.

2. Глухова, О.Ю. Элективный курс «Теория делимости»/О.Ю. Глухова// Образовательный вестник «Сознание». 2017. №6. – С. 14.

3. Елифантьева, С.С. Феномен дополнительной функции педагогического инструмента как фактор целостности разветвленного математического курса/С. С. Елифантьева, А.В. Ястребов// Ярославский педагогический вестник. 2020. №1. – С. 10.

4. Майманова А.М., Байгонакова Г.А. Отношение делимости в кольце целых чисел // Информация и образование: границы коммуникаций INFO. 2018. №10 (18). – С. 30.

5. Максимова, О.Д. История математики: учеб. пособие для вузов / О.Д. Максимова, Д.М. Смирнов// 2-е изд., стер. – Москва: Юрайт, 2019. – С. 28.

6. Оболдина, Т.А. Некоторые вопросы изучения элементов теории делимости в школьном курсе/Т.А. Оболдина// Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2021. №2 (50). – С. 44.

7. Оболдина, Т.А. Избранные вопросы теории целых чисел: учеб. пособие для бакалавров / Т.А. Оболдина; Шадр. гос. пед. ун-т. – Шадринск: ШГПУ, 2017. – С. 63.

УДК 372.851

ОБЗОР УЧЕБНИКОВ ШКОЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Джабраилова А. Х. *магистрант,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
*e-mail.ru:*am_dzh@mail.ru

Аннотация: *Теория делимости является одним из важнейших разделов арифметики и, в частности, всей теории чисел. Невозможность деления на нуль и неопределенность операции деления во множестве целых чисел поспособствовали возникновению таких понятий, как простые и составные числа, наибольший общий делитель (НОД), наименьшее общее кратное (НОК), а также признаков делимости чисел. Познакомившись с операцией деления еще в начальной школе, учащиеся более подробно знакомятся с теорией делимости в курсе математики 5-6 классов, а также изучают ее элементы в 7-9 классах (решение дробно-рациональных уравнений, деление многочленов). Таким образом, основные направления методики изучения натуральных чисел и операций над ними в начальных классах получили свое дальнейшее развитие при изучении теории делимости уже во множестве целых чисел в курсе алгебры общеобразовательной школы.*

Ключевые слова: *теория делимости, обзор учебников школьной программы, обучение математике в школе, операции деления.*

THE OVERVIEW OF SCHOOL PROGRAM TEXTBOOKS

Dzhabrailova A. Kh*. the master student*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail.ru: am_dzh@mail.ru

Abstract: *The theory of divisibility is one of the most important branches of arithmetic and, in particular, the whole theory of numbers. The impossibility of division by zero and the uncertainty of the division operation in the set of integers contributed to the emergence of concepts such as prime and composite numbers, greatest common divisor (GCD), least common multiple (LCM), as well as signs of divisibility of numbers. Having become acquainted with the division operation in elementary school, students become more familiar with the theory of divisibility in the mathematics course for grades 5-6, and also study its elements in grades 7-9 (solving fractional rational equations, dividing polynomials). Thus, the main directions of the methodology for the study of natural numbers and operations on them in the elementary grades received their further development in the study of the theory of divisibility already in the set of integers in the course of algebra in a general education school.*

Keywords: *divisibility theory, review of school curriculum textbooks, teaching mathematics at school, division operations.*

Познакомившись с операцией деления еще в начальной школе, учащиеся более подробно знакомятся с теорией делимости в курсе математики 5-6 классов, а также изучают ее элементы в 7-9 классах (решение дробно-рациональных уравнений, деление многочленов). Таким образом, основные направления методики изучения натуральных чисел и операций над ними в начальных классах получили свое дальнейшее развитие при изучении теории делимости уже во множестве целых чисел в курсе алгебры общеобразовательной школы.

Анализ методической литературы, а также анализ учебников и школьной программы по математике для 5-9 классов, – изучение опыта работы учителей; обобщение и систематизация теоретических и практических знаний по рассматриваемой теме.

В 5-ом классе изучение темы «Делимость чисел» носит пропедевтический характер. Основной целью этого курса является систематизация и обобщение знаний учащихся о натуральных числах, полученных в начальной школе.

В программе Г.К. Муравина для 5 класса фактически не рассматриваются элементы теории делимости, однако в качестве пропедевтического курса к ним, имеет место подробное изучение расширенного множества натуральных чисел, включающего нуль. [2, с. 20]

Таблица 1.

Тематическое планирование к учебнику Г.К. Муравина для 5 класса

Содержание темы	**Кол-во часов**		**Что должен уметь учащийся**
	5	**6**	
Натуральные числа и нуль	27	33	
Десятичная система счисления Натуральный ряд чисел. Десятичная система счисления. Разряды и классы. Правила записи и чтения чисел. Сумма разрядных слагаемых. Сумма цифр числа	4	5	Описывать свойства натурального ряда. Читать и записывать натуральные. Находить сумму цифр числа и сумму разрядных слагаемых
Сравнение чисел Числовые равенства и неравенства. Строгие и нестрогие неравенства. Двойные неравенства. Контрпример. Правила чтения равенств и неравенств. Правило сравнения чисел	4	5	Сравнивать и упорядочивать натуральные числа. Читать равенства, строгие и нестрогие неравенства. Опровергать утверждения с помощью контрпримера. Решать задачи на увеличение и уменьшение на несколько единиц, а также на *увеличение и уменьшение в несколько раз*
Контрольная работа	1	1	

Ниже, в таблице 1, приведено примерное тематическое планирование к учебнику Г.К. Муравина для 5 класса общеобразовательной школы.

Анализ учебной программы по математике 6 класса по курсу Г.К. Муравина, в 6 классе изучаются основные элементы теории делимости, такие как: [5, с. 14]

- Делимость натуральных чисел. Делители и кратные;
- Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное;
- Свойства делимости произведения, суммы и разности;
- Признаки делимости и т.п.

Основной целью курса является завершение изучения натуральных чисел и закрепление навыков вычислений с обыкновенными дробями.

На этом этапе происходит заключительный этап изучения вопросов, связанных с множеством натуральных чисел.

Основное внимание уделяется понятиям «делитель» и «кратное», а также «наибольший общий делитель» и «наименьшее общее кратное», которые применяются при сокращении обыкновенных дробей и приведении дробей к общему знаменателю.

Выводятся свойства делимости произведения, суммы и разности чисел. Причем доказательства всех этих свойств на данном этапе обучения не приводятся.

Признаки делимости чисел выводятся на конкретных примерах. При этом у учащихся формируются умения проводить простейшие умозаключения, обосновывать свои действия, ссылаясь на определения, правила и свойства делимости. Также применяются признаки делимости при разложении чисел на множители и сокращении дробей. [4, с. 8]

Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное учащиеся находят разными способами, что способствует развитию у них вариативного мышления.

Также программа Муравина предусматривает дополнительное изучение тем «Множества» и «Связь между НОД и НОК», однако они несут скорее развивающее значение и уровень их знания не влияет на итоговую оценку учащегося по предмету.

Ниже, в таблице 2, приведено примерное тематическое планирование к учебнику Г.К. Муравина для 6 класса общеобразовательной школы.

Анализ учебной программы по математике 7 класса

В программах 7 класса такие элементы теории делимости как целочисленное деление, простые и составные числа, делители натурального числа и его простые множители обычно встречаются в начале учебника.

Элементы теории делимости встречаются и в теме «Одночлены и многочлены», в частности, при делении на одночлен.

Таблица 2.

Тематическое планирование к учебнику Г.К. Муравина для 6 класса

Содержание темы	Кол-во часов		Что должен уметь учащийся
	5	**6**	
Делимость чисел	35	41	
Делители и кратные Делитель, наибольший общий делитель. Кратное, наименьше общее кратное. Сократимая и несократимая дробь. Деление с остатком	6	7	Формулировать определения делителя и кратного. Находить НОД и НОК. Сокращать дроби. Приводить дроби к общему знаменателю. Выполнять действия с обыкновенными дробями, используя НОД и НОК
Свойства делимости произведения, суммы и разности	6	6	Формулировать свойства делимости. Доказывать и опровергать с помощью контрпримеров утверждения о делимости чисел
Признаки делимости натуральных чисел Признаки делимости натуральных чисел на 2, 5, 10, 4, 3 и на 9	5	7	Формулировать признаки делимости. Доказывать и опровергать с помощью контрпримеров утверждения о делимости чисел
Простые и составные числа Разложение натурального числа на простые множители. Основная теорема арифметики. Правило нахождения НОД	6	7	Формулировать определения простого и составного числа. Раскладывать числа на простые множители
Контрольная работа	1	1	
Взаимно простые числа Признак делимости на 6, 12 и т.д. НОК взаимно простых чисел	5	6	Формулировать определение взаимно простых чисел. Формулировать признаки делимости на 6, 12, 15 и др.
Множества Множество, элемент множества, конечное, бесконечное и пустое множество. Подмножество. Равенство множеств. Пересечение, объединение множеств. Свойства объединения и пересечения множеств. Диаграммы Эйлера-Венна	5	6	Приводить примеры конечных и бесконечных множеств. Находить объединение и пересечение конкретных множеств. Приводить примеры несложных классификаций из различных областей жизни. Иллюстрировать теоретико-множественные понятия с помощью кругов Эйлера-Венна.
Контрольная работа	1	1	

Далее, при изучении темы «Разложение многочленов на множители» встречаются такие элементы теории делимости как вынесение общего множителя за скобки и применение нескольких способов разложения многочлена на множители, а в теме «Алгебраические дроби» можно выделить приведение дробей к общему знаменателю, а также умножение и деление алгебраических дробей. [1, с. 31]

Анализ учебной программы по математике 8 класса

В стандартных школьных учебниках элементы теории делимости также сначала встречаются в начале первой четверти при повторении темы «Алгебраические дроби. Арифметические операции над алгебраическими дробями».

Основными темами в курсе алгебры 8 класса, которые рассматривают теорию делимости и ее элементы, являются «Квадратный трехчлен», «Разложение многочлена на множители» и «Деление многочлена на многочлен».

Однако программа для 8 классов с углубленным изучением математики может предложить гораздо более расширенное изучение элементов теории делимости.

В зависимости от используемого учебника, программа может содержать темы, посвященные множествам натуральных, целых и действительных чисел; взаимно однозначному соответствию (биекции) между некоторыми множествами, свойствам и признакам делимости различной сложности, а также более редким методам нахождения НОД натуральных чисел (алгоритм Евклида). [3, с. 47]

Анализ учебной программы по математике 9 класса

В девятом классе изучение теории делимости не представлено вовсе, но ее элементы встречаются в темах, посвященных многочленам (делители свободного члена многочлена, теорема Безу, разложение квадратного трехчлена на множители, деление многочлена), а также при решении дробно-рациональных уравнений.

В нынешней учебной структуре основными для изучения теории делимости являются 5 и 6 классы. В последующих классах средней школы встречаются только элементы теории делимости, такие как деления дробей, разложение многочленов на множители и деление многочленов.

Изложение элементов теории делимости в школьных учебниках мало чем отличается друг от друга. Все определения элементарны и их сложно представить в каком-то ином, непривычном виде. Сделав выбор в пользу одного учебника, тем самым педагог не упустит чего-то важного из другого. Однако при разработке факультативных занятий и элективных курсов, правильный выбор учебной литературы крайне важен. Наилучшим вариантом будет выбор методических и дидактических дополнений от автора выбранного школьного учебника.

Список литературы

1. Байназарова, М.Р. Организация дифференцированного обучения на уроках математики в средней школе // StudNet. 2021. №6. – С. 31.

2. Воистинова, Г.Х. Использование нестандартных уроков при обучении математике в школе // StudNet. 2020. №9. – С. 20.

3. Кашицына, Ю.Н. Методика развития критического мышления при обучении математики в школе/Ю.Н. Кашицына, Е. Е.Алексеева// Проблемы современного педагогического образования. 2020. №66-3. – С. 47.

4. Растрепина, Е.А. Применение принципа преемственности в обучении математике в 5-6 классах в школе//Е.А. Растрепина // Academy. 2020. №2 (53). – С. 8.

5. Сулейманова, А.В. Дифференцированное обучение на уроках математики в общеобразовательном классе средней школы // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. 2019. №1. – С. 14.

УДК 372.851

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ФОРМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

Исаева З.И.*, кандидат педагогических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: zarema_isaeva95@mail.ru

Муталипова Ф.У.*, магистрант,*
Чеченский государственный педагогический университет
e-mail: mutalipova.fatima@bk.ru

Аннотация. *В статье рассматривается самостоятельная работа как форма контроля качества знаний учащихся. Самостоятельная работа оказывает значительное влияние на глубину и прочность знаний учащихся по предмету, на развитие их познавательных способностей, на темп усвоения нового материала. В содержании рассматриваются различные классификации самостоятельных работ. Определяются цели устных и письменных самостоятельных работ, творческих самостоятельных работ в форме математических сочинений, эссе, исследовательских, репродуктивных, домашних самостоятельных работ. Самостоятельная работа имеет особое значение в связи с повышением требований к общеобразовательной подготовке учащихся, усилением профилизации обучения и подготовке учащихся к дальнейшей трудовой деятельности.*

Ключевые слова: *самостоятельная работа, контроль знаний, мотивация, виды контроля, познавательная деятельность, классификация самостоятельных работ, домашняя работа, творческая работа, работа с учебником, дополнительная литература.*

AN INDEPENDENT WORK AS A FORM OF CONTROL OF STUDENTS' KNOWLEDGE

Isaeva Z.I., *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: zarema_isaeva95@mail.ru*

Mutalipova F. U., *the master student, Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: mutalipova.fatima@bk.ru*

Annotation. *The article discusses independent work as a form of quality control of students' knowledge. Independent work has a significant impact on the depth and strength of students' knowledge of the subject, on the development of their cognitive abilities, on the rate of assimilation of new material. The content covers various classifications of independent work. The goals of oral and written independent work, creative independent work in the form of mathematical essays, essays, research, reproductive, home independent work are determined. Independent work is of particular importance in connection with the increased requirements for the general education of students, the strengthening of the profiling of education and the preparation of students for further work.*

Keywords: *independent work, knowledge control, motivation, types of control, cognitive activity, classification of independent work, homework, creative work, work with a textbook, additional literature*

В соответствии с современными технологиями обучения меняются требования к оценке и контролю обучения. Контроль и оценка позволяют учителю определять уровень усвоения учебного материала учеником и выявлять проблемы неуспеваемости. Этот контроль дает возможность наметить как индивидуальную работу с отдельным учеником, так и групповую коррекционную работу с классом.

Основной целью контроля знаний и компетенций является выявление достижений учащихся, выявление путей совершенствования, углубления знаний и умений, чтобы были созданы все условия для последующего вовлечения учеников в активную творческую деятельность и ликвидацию пробелов знаний.

Эта цель касается, прежде всего, определения качества усвоения учебного материала в соответствии с предметной программой дисциплины.

Во-вторых, конкретизация данной цели контроля связана с обучением учащихся приемам взаимного контроля и самоконтроля, формированием потребности в самоконтроле и взаимном контроле.

В-третьих, эта цель – научить учащихся таким личностным качествам, как ответственность за проделанную работу, проявление инициативы.

Самостоятельная работа проводится на этапе овладения понятием (алгоритмом), то есть материалом, имеющим небольшой объем.

Характеризуя самостоятельную учебную работу как педагогический прием, которая функционирует как средство вовлечения учащихся в самостоятельную деятельность, ученые указывают на двойственную природу этого дидактического явления. С одной стороны, это учебная задача, т.е. то, что должен сделать ученик, является объектом его деятельности. С другой стороны, самостоятельная работа - это форма проявления соответствующей деятельности памяти, мышления, творческого воображения, когда ученик выполняет учебное задание, которое в конечном итоге приводит к тому, что он либо приобретает совершенно новые, ранее неизвестные знания, либо углубляет и расширяет объем уже приобретенных знаний. А.А. Ивин отмечает, что учитель сможет предвидеть характер познавательной деятельности ученика на каждом этапе выполнения самостоятельной работы «фундаментальный принцип», ядро в виде познавательной деятельности, движение от незнания к знанию и управлять этим процессом, программируя учебную деятельность в зависимости от цели и задач обучения [1].

В связи с тем, что самостоятельная работа при обучении математике является познавательной деятельностью, в ее структуре выделяют четыре тесно связанных компонента: познавательную задачу, содержание, операцию и мотивацию. Только единство этих компонентов определяет успех работы, ее эффективность. В своей обобщающей работе «Самостоятельная работа учащихся в обучении» Б.П. Есипов писал: «...самостоятельная работа учащихся, вовлеченных в процесс обучения, - это такая работа, которая выполняется без непосредственного участия учителя в ее задании в назначенное для нее время по поставленной в задании цели, выражается в том или ином виде результаты своих умственных или физических, или обоих действий» [2].

Ядром любой самостоятельной работы П.И. Пидкасистый рассматривает задачу, которая служит началом самостоятельной познавательной деятельности ученика [4].

Для организации самостоятельной работы по математике особенно важно, чтобы учитель понимал роль ее структурных компонентов. Структура самостоятельной работы определяется содержательными, процессуальными и мотивационными аспектами познавательной учебной деятельности учащихся.

При подготовке самостоятельной работе учитель математики заботится как о содержательных, так и о процессуальных аспектах деятельности учащихся. Единство этих аспектов деятельности определяет выбор способов решения примера, рассуждения при доказательстве теоремы и решении задачи.

Взаимоотношения этих сторон являются одним из условий успешного достижения результата. Для успешной организации самостоятельной работы по математике учитель должен иметь представление об основных классификациях самостоятельной работы, существующих в теории. В зависимости от конкретных условий преподаватель выбирает необходимые виды самостоятельной работы.

Виды самостоятельных работ:

Классификация самостоятельных работ, наиболее часто встречающаяся в практике и теории преподавания:

1. В зависимости от степени самостоятельности учащихся.
2. В зависимости от степени индивидуализации учащихся.
3. В зависимости от дидактических целей.
4. В зависимости от источников знаний и т.д.

Классификация по степени самостоятельности, разработанная П.И. Пидкасистым:

1. Воспроизведение самостоятельной работы по образцу.
2. Реконструктивно-вариативные.
3. Эвристические.
4. Творческие (исследовательские). [4]

При самостоятельной работе над моделью познавательная деятельность ученика направлена на освоение методов работы, основных навыков для последующего применения на практике, самостоятельного изучения других наук, других предметных областей. В познавательной деятельности ученика на уроках математики это могут быть различные упражнения на основе закономерностей и алгоритмов для формирования вычислительных навыков, решения простейших типовых задач, формирования познавательных и практических навыков, решение задач с помощью таблиц, схем, выполнения элементарных рисунков и чертежей.

Работа такого типа проводится по алгоритмической схеме через последовательные указания на определенные действия.

Работа по образцу позволяет усвоить учебный материал, но не обогащает ученика опытом познавательной творческой деятельности. Например, при построении окружности, высоты, биссектрисы, медианы ученик имеет достаточные знания о том, как это делается, а в работе только воспроизводит данные действия. Решение простейших задач на построение способствует выработке умения пользоваться чертежными инструментами и приобретаются знания по решению таких задач.

Предпосылкой же развития математических способностей, накопления опыта творческой деятельности служит привлечение учащихся к выполнению более сложных видов деятельности.

В практике преподавания математики используется классификация по степени самостоятельности и сложности в виде работ по вариантам А, Б, В, Г.

В заданиях А, Б показаны образцы решения задач. Выполнение заданий В и Г требует от ученика более высокого уровня самостоятельности, а задание Г -- нестандартного подхода, сообразительности, т. е. содержит элементы творчества.

Творчество, как известно, в первую очередь определяется ценностью и новизной для общества.

Творческие работы на уроках математики - это те, в которых ученик открывает для себя что-то новое. Таким образом, в процессе поиска решения ученик приходит к ответу не тем путем, который ему был показан.

Творческая самостоятельная работа по математике включает в себя:

а) решение задачи и доказательство теоремы нестандартным, новым способом;

б) решение задачи различными способами;

в) составление задач, упражнений самим учеником;

г) написание математического эссе, сочинения;

д) доклады, рефераты учеников и другие виды деятельности.

Развитию творчества способствуют вариативные задания.

Вариативные задания с серией вопросов развивают познавательную творческую деятельность ученика. Вопросы к задаче требуют ответа и поиска решения, проявления более высокого уровня самостоятельности.

Примеры заданий, содержащих элементы творчества:

1. Самолет пролетел между городами в 620 км при попутном ветре за 2 ч, а при встречном ветре за 3 ч.

Поставьте вопрос и решите задачу.

К этой задаче ученики могут поставить два вопроса:

1) Какова скорость ветра?
2) Чему равна собственная скорость самолета?
3) Какое расстояние самолет преодолеет за 4 часа?

2. Площади двух параллелограммов одинаковы. Длины сторон одного из них 16 и 9,6 см, а длина одной из сторон другого прямоугольника 12 см.

Поставьте вопросы и решите задачу.

1) Какова длина второй стороны параллелограмма?
2) Найти отношение высот параллелограммов?

Какие вопросы еще можно поставить к задаче?

Такая постановка заданий создает условия для размышления, анализа, самостоятельного установления связей между известными величинами (их отношениями), обобщения, что характерно для творческой деятельности при изучении математики.

Творческие самостоятельные задания могут быть длительными по времени. Одним из интересных видов творческой работы по математике в практике школы являются математические сочинения. Этот вид работы требует от учащихся:

а) изучения дополнительной литературы;

б) умения проработать и обобщить прочитанный материал;

в) умение использовать художественный стиль.

Для учащихся V-IX классов это могут быть небольшие сочинения, развивающие наблюдательность, кругозор.

Примерные темы сочинений для основной школы:

1. Каноническое разложение числа.
2. Четырехугольники различного вида.
3. Дроби в повседневной жизни.
4. Симметрия вокруг нас.
5. Золотое сечение.

Для старших классов могут быть следующие темы сочинений:

1. Векторы вокруг нас.
2. Метод координат в пространстве.
3. Геометрические модели в естествознании.
4. Геометрия многогранников.
5. Правильные многогранники.
6. Тела Платона.
7. Сечения многогранников.
8. Графический метод решения тригонометрических уравнений.
9. Загадки пирамиды.
10. Тела вращения.
11. Использование графиков функций при решении задач.
12. Шифры и математика.
13. Экономические задачи в курсе математики.
14. Применение производной в различных областях науки.
15. Метод математической индукции.

Основой оптимального усвоения математических знаний и математического развития, овладения опытом творческой деятельности является взаимосвязь воспроизводящей и творческой самостоятельной работы, и их преемственность.

Самые разнообразные виды самостоятельной работы существуют в классификации по цели использования. Это может быть самостоятельная работа:

а) формирующая математические понятия;

б) подготовительные упражнения для формирования концепции;

в) упражнения и задания для закрепления нового материала;

г) тренировочные упражнения для формирования навыков применения приобретенных знания для решения проблем, задач;

е) развивающая практические навыки конструирования по геометрии.

Известны и другие классификации видов самостоятельной работы, например, классификация по источнику знаний и методу:

а) работа с учебником;

б) работа со справочной литературой;

в) решение и составление задач;

г) тренировочные учения;

д) эссе и описания;

f) задания, основанные на схемах, чертежах, графиках.

Активное самостоятельное распознавание возможно только для того ученика, который умеет работать с учебником (с книгой).

Чтобы подготовить учащихся к самостоятельному обучению, задача состоит в том, чтобы дать им возможность самостоятельно работать с учебником. Учебники по математике содержат теоретический и практический материал. Печатный текст отличается от живого слова учителя. Текст учебника не учитывает различия в уровне развития и подготовки ученика, имеет множество преимуществ, например, подробное описание темы, образцы решенных задач, упражнения с ответами для репродукции, тренировочные упражнения и т.д.

Задания повышенной трудности, где необходимо изучать дополнительную литературу также используются в виде самостоятельной работы. В этом случае учащимся могут быть даны следующие задания:

а) найти литературу необходимую для решения поставленной проблемы

б) прочитать, выбрав для себя нужную информацию

в) сопоставить знания, полученные из источника, с усвоенными ранее;

в) ознакомиться с новым методом решения задачи, доказательством теоремы и т.д.;

Выполнение самостоятельной устной работы помогает учителю организовать работу всего класса и создать рабочую обстановку в классе. Опытные преподаватели используют различные методы организации самостоятельной устной и письменной работы.

Одной из составляющих образовательного процесса является самостоятельная работа учащихся дома. При выполнении домашнего задания учащиеся повторяют и закрепляют знания, навыки и умения, полученные на уроке. Домашние задания пробуждают чувство ответственности, формируют компетентность в области самообразования. Но в то же время учитель математики должен каждый раз обращать внимание на объем домашнего задания и не загружать учащихся.

Объем и вид домашнего задания определяется в каждом конкретном случае учебным планом соответствующего предмета. В зависимости от класса, содержания соответствующего учебного материала, домашнее задание дается в соответствии с учебным материалом или по теме программы.

По мере совершенствования преподавания необходимо увеличивать и индивидуализировать творческий характер самостоятельной домашней работы. Необходимо совершенствовать формы выполнения домашних заданий. Как содержание работы, так и методы ее организации должны носить педагогический характер и способствовать развитию мышления учащихся.

Успешное выполнение учащимися самостоятельной работы зависит от конкретных условий, в том числе от:

а) содержания материала;

б) уровня подготовленности учеников;

в) отношения учащихся к предмету;

г) дидактических приемов организации деятельности учащихся со стороны учителя.

Самостоятельная работа учащихся является исключительно продуктивным средством обучения, так как знания, приобретенные осознанно самим учеником, будут надолго оставаться в его памяти.

Список литературы

1. Ивин, А.А. Искусство правильно мыслить/А.А. Ивин. – М.: Просвещение, 1990.

2. Егупова, М.В. Система классификаций школьных задач на приложения математик/М.В. Егупова//Математическое образование: современное состояние и перспективы (к 95-летию со дня рождения А.А. Столяра): материалы Международной научной конференции. –Могилѐв: МГУ имени А.А. Кулешова, 2014. –С. 69-72

3. Егупова, М.В. Практико-ориентированное обучение математике в школе как предмет методической подготовки учителя: монография/М.В. Егупова//М.: МПГУ, 2014. –284 с.

4. Пидкасистый, П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении/П.И. Пидкасистый. – М.: Педагогика, 1980. – 340с.

5. Лернер, И.Я. Дидактические основы методов обучения/И.Я. Лернер. – М., 1981.

6. Махмутов, М.И. Организация проблемного обучения в школе/М.И. Махмутов. – М., Просвещение, 1977.

7. Методика преподавания математике. Частная методика. Сост. В.И. Мишин. – М.: Просвещение, 1987. – 365с.

8. Темербекова, А.А. Методика преподавания математики/А.А. Темербекова. – учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2015. – 176с.

УДК 372.8:51

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У УЧАЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ

Исаева М.А., *кандидат педагогических наук, доцент*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: isaeva_m_a@mail.ru

Аннотация. *Цель исследования – изучить процесс формирования логического мышления у учащихся на занятиях по математике. Результат: В статье были проанализированы основные возрастные и психолого-педагогические особенности обучающихся старшей школы, а также особенности развития логического мышления. Поскольку среди старшеклассников растет популярность образования в сфере информатики и компьютерных наук, выделена актуальность работы, как способа лучше и глубже познакомиться с принципами алгебры логики, которая является неотъемлемой частью программирования. Логическое мышление является одним из самых важных инструментов для формирования умения рассуждать, делать выводы, именно оно становится одним из необходимых факторов всестороннего развития личности человека. Сделан вывод о том, что старший школьный возраст характеризуется не только повышенной интеллектуальной активностью,* *но и желанием развить и продемонстрировать свои способности. Для учителя важно помогать ученикам в этом, направлять их деятельность в полезное для них русло. Помочь подросткам найти «свое место в жизни», дать возможность понять, действительно ли им интересно выбранное направление деятельности, привить интерес к новым знаниям и областям могут внеурочные занятия. Научная новизна или практическая значимость – результаты исследования будут полезны учителям математики в организации процесса формирования логического мышления у учащихся.*

Ключевые слова: *логическое мышление, учащиеся, старшеклассник, математика, урок.*

FORMATION OF LOGICAL THINKING IN STUDENTS IN THE CLASSES IN MATHEMATICS

Isaeva M. A., *Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: isaeva_m_a@mail.ru*

Annotation*. The aim of the research is to study the process of formation of logical thinking in students in the classroom in mathematics. Result: The article analyzed the main age and psychological and pedagogical characteristics of high school students, as well as the peculiarities of the development of logical thinking. Since the popularity of education in the field of computer science and computer science is growing among high school students, the relevance of work is highlighted as a way to better and more deeply get acquainted with the principles of logic algebra, which is an integral part of programming. Logical thinking is one of the most important tools for the formation of the ability to reason, draw conclusions, it is this that becomes one of the necessary factors for the all-round development of a person's personality. It is concluded that senior school age is characterized not only by increased intellectual activity, but also by the desire to develop and demonstrate their abilities. It is important for a teacher to help students in this, to direct their activities in a direction useful to them. To help adolescents find "their place in life", to make it possible to understand whether they are really interested in the chosen direction of activity, to instill interest in new knowledge and areas can extracurricular activities. Scientific novelty or practical significance - the results of the research will be useful for teachers of mathematics in organizing the process of forming logical thinking in students.*

Key words: *logical thinking, students, high school student, mathematics, lesson.*

Значимость информации в современном мире является неоспоримой. Вместе с ростом роли информации растут и информационные потребности общества, происходит ускорение обновления информации, компьютеризация общества. Это приводит к потребности в развитии и усвоении у школьников не только большого объема знаний, но и логических умений. Навыки рассуждения и логического мышления развиваются наиболее быстро в процессе изучения математических дисциплин, поэтому именно на математику возложена ответственность за привитие школьникам логической грамотности.

В век цифрового развития все переходит на информационные технологии. Программирование сейчас является неотъемлемой частью нашей жизни, многие привычные нам вещи, которые используются в повседневности, запрограммированы. А механизм программирования физических устройств частично строится на алгебре логики.

Цель исследования: Изучить процесс формирования логического мышления у учащихся на занятиях по математике.

Основным методом, используемым в данной исследовательской работе, является анализ научной и педагогической литературы.

Логическое мышление является одним из самых важных инструментов для формирования умения рассуждать, делать выводы, именно оно становится одним из необходимых факторов всестороннего развития личности человека. Мышление необходимо ему в любой области деятельности, оно формируется, начиная с раннего возраста, когда ребенок учится четко воссоздавать многообразие форм и характеристик предметов или явлений, сравнивать их свойства. И в дальнейшем, на любом этапе жизни, логическое мышление является неотъемлемой частью интеллектуальной культуры человека. Оно помогает:

- выбирать оптимальный путь решения проблемы, делать правильный выбор;
- слаженно и доступно излагать свои мысли;
- анализировать, обобщать и выявлять следствия;
- отстаивать свою точку зрения;
- приводить доказательства и опровергать утверждения;
- приводить логически обоснованные аргументы при обсуждениях.

А для того, чтобы формировать логическое мышление нужно изучать логику и решать логические задачи. Об этом писали разные педагоги: Сухомлинский В.А., Выготский Л.С., Зак А.З., Эльконин Д.Б., Рубинштейн С.Л. и многие другие.

У терминов логика и логическое мышление существует огромное количество определений.

Определим для начала понятие мышления, как процесса познания, который характеризуется обобщенным и опосредованным отражением окружающей действительности.

Выделяют следующие виды мышления:

- наглядно-действенное
- наглядно-образное
- словесно-логическое
- абстрактно-логическое

Все виды мышления тесно связаны между собой, они взаимно переходят друг в друга. Рассмотрим два последних типа более подробно.

Логическое мышление – это процесс, для которого характерно использование логических понятий и конструкций.

Словесно-логическое мышление основано на использовании языковых средств и вербальных конструкций, предполагает грамотное формулирование мыслей, владение речью. К абстрактно-логическому мышлению же относится умение невербально выстраивать сложные связи и цепочки, находить и классифицировать факты, выделять важную информацию, выявлять неявные связи. Логическое мышление имеет три формы: понятие, суждение, умозаключение. Понятие отражает предмет или несколько предметов через существенные признаки, им присущие. Под суждением понимают форму мышления, которое содержит какое-либо утверждение или отрицание о предметах, их взаимосвязях и закономерностях. Умозаключение является неким выводом из связанных между собой суждений.

Для мышления характерны следующие виды операций:

- анализ - процесс мышления, разделяющий целое на части;
- синтез - объединение отдельных частей предмета в целое;
- сравнение - выявление общих и различных характерных черт предметов или явлений. Важно, чтобы сравнение производилось в одном отношении и по одному критерию;
- обобщение - выявление закономерностей, объединение предметов или явлений по схожим признакам;
- абстракция - выделение одной отличительной черты предмета или явления, отказ от остальных, абстракция помогает отвлечься от единичного, конкретного.

К отличительным особенностям логического мышления относится эмпирический характер познания, большинство выводов делается на основе экспериментов, опытов и фактов, а также формирование и развитие данного типа мышления на протяжении всей жизни.

Задача формирования логического мышления ставится и решается школой, в большой степени на уроках математики.

Обратимся теперь к книгам Гетмановой А.Д. [1]. В них отмечается, что термин «логика» происходит от греческого «logos» и означает «мысль», «слово», «разум». Будем использовать этот термин в трех смыслах:

- обозначение совокупности правил, которым подчиняется процесс мышления, окружающий действительность;
- обозначение науки о правилах рассуждения и формах, в которых оно осуществляется;
- обозначение закономерностей объективного мира («логика вещей», «логика событий»).

Поставим перед собой два основных вопроса:

1. В каком классе лучше всего начинать изучать элементы математической логики?
2. Когда можно заканчивать?

В своем учебнике по математической логике Никольская И.Л. [4] отмечает, что кратковременное изучение основ логики не даст практически никакого полезного эффекта и не поможет в развитии логического мышления. Умение рассуждать, использовать логические понятия и грамотно ими оперировать возникает только при последовательном и непрерывном изучении основных математических дисциплин и логики в частности.

Формирование логического мышления начинается задолго до поступления ребенка в школу, но основной пик его развития приходится на период начальной школы и 5-6-х классов. Именно этот период, по мнению В.И. Игошина [2], является «наиболее важным с точки зрения логического развития школьников». В этом возрасте нужно заложить основы элементов логики, которые пригодятся учащимся в дальнейшем, как на школьных дисциплинах, так и в жизни. Но как же формировать логическое мышление в рамках школьного времени? Наиболее эффективным способом является решение логических задач разных уровней сложности на уроках математики и на дополнительных занятиях, ведь именно они имеют огромное значение в развитии мыслительных операций школьников. При систематической умственной деятельности, направленной на решение логических задач, формируется умение строить рассуждения, поскольку учащиеся оказываются в условиях, где нужно создавать различные планы действий для разных задач, развертывать условия.

Еще одной причиной введения логики в 5-6 классах становится разделение математики с 7 класса на две дисциплины: алгебру и геометрию. Ученики сталкиваются с огромным количеством новых понятий, с требованиями строгих доказательств теорем, ранее им незнакомым. Ни одно доказательство не может обойтись без логических связей и конструкций, поэтому учитель должен заранее подготовить учеников к следующему этапу и уделить немало внимания логической подготовке учеников. Также, логическое мышление крайне необходимо и на других школьных дисциплинах, к примеру, перед учащимися часто стоит задача выделить основную мысль, проанализировать результат, распределить по какому-либо признаку. Поэтому логические навыки, заложенные в 5-6 классе, напрямую влияют на дальнейшее усвоение предметов.

Ответ на второй вопрос вытекает из обоснования первого. Процесс развития логического мышления должен идти безостановочно не только в процессе обучения, но и в течение всей жизни. Разберемся, какими знаниями и умениями в области логики должны обладать ученики при окончании основной школы. Согласно ФГОС [5] в результате изучения области математики и информатики учащиеся развивают логическое и математическое мышление, овладевают математическими рассуждениями. Предметные результаты же должны отражать развитие умений работать с учебным математическим текстом, сюда включено:

- умение извлекать необходимую информацию;
- умение анализировать полученную информацию и делать выводы;

- умение проводить классификации, логические обоснования;
- умение проводить доказательства математических утверждений;
- умение применять изученные понятия, результаты, методы при решении прикладных задач;
- формирование умения формализации и структурирования информации;
- развитие алгоритмического мышления, формирование знаний о логических значениях и операциях.

Таким образом, мы видим, что к окончанию девятого класса, учащиеся согласно образовательному стандарту должны владеть комплексом элементарных логических понятий и действий, составляющих алгебру логического мышления и необходимый базис его развития. Именно такое определение дает И.Л. Никольская [4] логической грамотности. Помимо этого, она выделяет логические знания и умения, которыми должны обладать выпускники основной школы:

- Знать основные приемы доказательств;
- Знать смысл слов «следует», «равносильно», «необходимо и достаточно» с точки зрения логики;
- Уметь давать определения понятий;
- Знать и уметь оперировать словами «и», «или», «если...то» и других логических связок;
- Уметь находить логические ошибки, проверять рассуждения.

ФГОС среднего общего образования также включает в себя вышеперечисленные умения. Особенностью мышления старшеклассников становится появление диалектичности, что подразумевает под собой принятие и осмысление закономерностей мышления. Отметим, что к моменту пятнадцати – шестнадцатилетнего возраста умственные способности учащихся уже достаточно целостно сформированы, и их развитие происходит намного медленнее, чем у детей помладше. Но при этом их можно и нужно совершенствовать, например, за счет овладения сложными интеллектуальными операциями и развития понятийного теоретического мышления, другими словами, понятийного аппарата. Благодаря этому, мышление учащихся становится более гибким, а умственная деятельность более устойчивой. В этом возрасте происходит усвоение понятий, ученики совершенствуют навыки рассуждения, обобщения, анализа, происходит значительное развитие логического и абстрактного мышления. Это способствует осознанию общих законов окружающего мира и общества, а также активному самопознанию. Большую роль играет формирование критического мышления в новых аспектах. К ним можно отнести обобщение знаний, исследование, выбор рациональных решений, выдвижение гипотез и предположений.

Направление и характер обучения напрямую влияет на формирование так называемых индивидуальных психологических особенностей, к которым отнесем способности к определенным типам деятельности. В подростковом и раннем юношеском возрасте основным направлением применения новых знаний и умственных качеств учащихся становятся наиболее значимые и интересные для конкретного ученика виды деятельности. При этом именно на них делается основной акцент, а прочие могут отходить на второй план и требовать от ребенка только прежних умений и навыков.

В раннем юношеском возрасте происходит слияние профессиональных и учебных интересов, именно выбор профессии диктует подростку его приоритеты в области учебной деятельности и интересов. Ученики старшей школы смотрят на процесс обучения, как на прообраз своей будущей деятельности, оценивают его с целью узнать, помогут ли им данные знания и умения в будущем. Растет осознание, что приобретение и усвоение новых знаний, навыков и умений в процессе обучения является неотъемлемой частью формирования себя, как полноценного члена общества, и активного участия в его жизни.

Большую роль в формировании мотивации к учебной деятельности в старшей школе играют предметы, знания и умения, в которых учащиеся могут проявить самостоятельность и узнать себя с интересной им стороны. Начинают появляться мотивы, которые связываются с выходом за рамки учебной ситуации, поскольку учащиеся оценивают учебную деятельность с точки зрения дальнейшей общественной деятельности и жизненных перспектив. В то время как у младших и средних школьников основной является мотивация, связанная с учебной деятельностью, а также с ее содержанием.

Обратной стороной такой мотивации становится потеря интереса учащихся к видам деятельности, отличной от приоритетной, то есть нужной для выбранной профессии. Происходит исключение из поля зрения вопросов, кажущихся несущественными и незначительными. Но они по-прежнему могут являться не менее важными для осознания и изучения.

Обратимся теперь к другой характерной возрастной особенности учащихся старшей школы – становление творческого потенциала. Его формирование связано со столкновением с ранее неизвестными противоречивыми жизненными ситуациями, самостоятельным нахождением путей и подходов к решению задач, анализу условий и данных. Большую роль начинает играть самообразование, которым двигает стремление узнать, разобраться и составить собственное мнение о конкретном явлении. Поэтому в последнее время у школьников старшего звена возникает интерес к курсам, факультативным занятиям, тренингам.

Приведем несколько примеров применения самостоятельности учащимися старшей школы:

– Развивается способность воспринимать большой объем информации. С этим связано изменение структуры урока и количества видов учебной деятельности в контексте одного урока, по сравнению с младшим и средним звеном;

– Совершенствуются навыки самостоятельной организации и планирования деятельности, ее рационализация;

– Формируется умение находить аргументы, рассуждать и анализировать явления, используя знания из разных областей;

– Совершенствуются умения анализировать предыдущий опыт, ошибки, делать выводы;

– Формируется умение аргументировано обосновывать и защищать свою точку зрения.

Стоит отметить, что данные возрастные особенности являются обобщенными, и, безусловно, нельзя характеризовать ими всех учащихся старшей школы. Для более детального изучения юношеской психологии необходимо изучение также индивидуальных психологических особенностей. Их учет играет огромную роль в организации процесса обучения, и наряду с различной подготовленностью к усвоению знаний, необходимо обращать внимание на следующие индивидуальные особенности обучающихся:

– Различные темпераменты учеников. Поскольку темперамент является врожденной характеристикой человека, и не может коренным образом поменяться в течение жизни, отнесем его к одной из главных индивидуальных особенностей. Одной из ключевых ролей темперамента в процессе обучения является влияние на деятельность различных психических состояний, вызываемых педагогическим воздействием, эмоциональными факторами, обстановкой различной напряженности.

– Различные типы нервной системы. Выделяют два типа нервной системы: сильную и слабую. Для сильной нервной системы характерны высокая работоспособность, многозадачность, запас прочности в условиях напряженной деятельности, снижение эффективности работы при монотонной и рутинной деятельности. Наибольших успехов люди с сильным типом нервной системы добиваются в условиях повышенной мотивации. Для представителей слабой нервной системы характерны быстрая утомляемость, снижение эффективности при напряженной деятельности, необходимость в систематизации и контроле, высокая устойчивость к монотонной работе, работе по алгоритму.

Чем младше ученик, тем явнее проявляются особенности темперамента и нервной системы. Со временем, его темперамент становится более сглаженным, но предрасположенность к действиям определенным образом остается и во взрослом возрасте. Перед педагогом стоит задача нахождения индивидуального похода к каждому ребенку, но в то же время, следует иметь в виду, что темперамент можно контролировать и приспосабливать к объективным требованиям деятельности путем формирования ее индивидуального стиля. Различие в ведущем способе восприятия информации и типе памяти: зрительная, слуховая, двигательная.

Пренебрежение индивидуальными особенностями учеников приведет к различным трудностям, потере мотивации учебной деятельности, сложностям в достижении целей. В своей статье Локалова Н.П. [3] выделяет одну из ролей педагога. Учитель должен помогать и способствовать развитию индивидуальных особенностей старшеклассников, воспитывать желание узнавать новое, объяснять происходящие вокруг явления. Но в рамках урока достаточно тяжело учесть индивидуальные особенности всех учащихся, поэтому к решению этого вопроса можно привлечь факультативные занятия, которые предусматривают небольшое количество учеников и дают возможность личного общения учащихся с преподавателем и в малых группах.

Рассмотрим педагогические технологии, способствующие формированию логического мышления у учащихся на занятиях по математике, к ним отнесем:

Технология развивающего обучения.

Данная технология позволяет установить ориентир на включение учащихся в творческий процесс учебной деятельности и осознание ими важности этого процесса. Развивающее обучение создает условия для становления ребенка как субъекта обучения, возникает понимание, зачем изучать материал, и как он может пригодиться в дальнейшем. Для данной технологии используются основные методы: поисковые, логические, методы самостоятельной работы. Развитие логического мышления становится возможным при активной мыслительной деятельности, нужно правильно найти способ решения, применить именно ту мыслительную операцию, которая требуется в задаче. Оперирование основными формами мышления: понятием, суждением и умозаключением является хорошим способом развития мышления.

Технология проблемного обучения.

Данная технология позволяет активизировать деятельность учащихся на уроке, проще справляться с большим объемом материала, также помогает сделать процесс обучения интереснее, поскольку при решении проблемы во внимание принимаются различные мнения. Таким образом, каждый участник образовательного процесса получает навыки самостоятельного и коллективного решения проблемы для получения новых знаний.

Основными структурными компонентами технологии проблемного обучения являются: постановка проблемы (учителем или учащимися), выдвижение предположений и гипотез, доказательство гипотезы и проверка правильности решения. Целью постановки проблемных ситуаций на факультативе является самостоятельное осознание и решение проблемы учащимися в ходе коллективной деятельности под направляющим контролем учителя.

Личностно-ориентированные технологии

Главным при реализации данной технологии становится личность ребенка, основными целями являются развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, личностного потенциала, формирование индивидуальной образовательной стратегии при помощи дифференцированного и эвристического обучения.

Определим основные методы обучения:

- словесные (лекция, объяснение, беседа);
- наглядные (презентации, иллюстрации);
- практические (устные и письменные упражнения);
- активные (проблемные ситуации, эвристическая беседа, выступления).

К формам работы на факультативном курсе отнесем: фронтальную, групповую, коллективную, парную, индивидуальную. Главную роль в осуществлении школьного математического обучения играет урок, но и факультативный курс дает огромные возможности для математического образования. Факультативные занятия могут быть использованы в качестве профильной подготовки учащихся, для знакомства с применением математических дисциплин на практике.

Учитывая возрастные особенности учащихся, основные формы проведения занятий: семинары, комбинированные уроки, доклады и занятия-практикумы. На практических занятиях вырабатываются умения и навыки при решении задач, на семинарских занятиях организуется обсуждение, повторение и обобщение пройденного материала, применение его в новых условиях, а также приобретение новых знаний. Также важна самостоятельная работа учащихся, например, подготовка докладов, поскольку она служит для развития навыков самообразования и удовлетворения индивидуальных интересов ученика. Большое значение имеет отбор содержания курса и подбор задач.

Как уже было отмечено ранее, старший школьный возраст характеризуется не только повышенной интеллектуальной активностью, но и желанием развить и продемонстрировать свои способности. Для учителя важно помогать ученикам в этом, направлять их деятельность в полезное для них русло.

Помочь подросткам найти «свое место в жизни», дать возможность понять, действительно ли им интересно выбранное направление деятельности, привить интерес к новым знаниям и областям могут внеурочные занятия.

Список литературы

1. Гетманова, А.Д. Учебник логики. Со сборником задач: учебник / А.Д. Гетманова. - 8-е изд., перераб. – М.: Кнорус, 2011. - 368с.

2. Игошин, В.И. Математическая логика/В.И. Игошин. – учебное пособие. М.: Инфра- М, 2016. - 399с.

3. Локалова, Н.П. Психодиагностика трудностей в обучении и их преодоление / Н.П.Локалова // Вопросы психологии. - 1998. - № 5. -с. 130-141с.

4. Никольская, И. Л. Математическая логика: [учебник для техникумов по специальности "Прикладная математика"] / И. Л. Никольская. - Москва: Высшая школа, 1981. - 127с.

5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897) [Электронный источник] URL: https://fgos.ru/

УДК 51

ПРОБЛЕМЫ ОДАРЕННОСТИ И СТАДИЙНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ. ДОСТИЖЕНИЕ ЖИВОГО ЧУВСТВА

Канель-Белов А.Я., *доктор физико-математических наук, профессор Бар-Иланского университета, Израиль, e-mail: kanelster@gmail.com*

Джамбетов Э.М.*, кандидат технических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный, e-mail: xazar-76@mail.ru*

Умарова А.А., *магистрант, Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный, e-mail: ayshat97.19@gmail.com*

Аннотация. *Сложно переоценить значение понимания проблем адаптации, стоящих перед одаренными детьми. Тесно связана с проблемами одаренности детей «бездарность» остальных детей? Не является ли эта «бездарность» следствием некоторых аспектов традиционной системы образования? И если да, то, что тут можно сделать? Представляется целесообразным сравнить как «интеллектуальные качества» «одаренных» и «бесталанных» учащихся, так и особенности поведения, и отношение к предмету.*

Опыт говорит о том, что у отличника здравый смысл направлен на сам предмет и творческая одаренность проявляется на более высоком уровне. Одним из путей развития таланта является кружковое преподавание, которое отличается гибкостью и естественностью отбора материала, возможностью экспериментировать с более разнообразным материалом. Убеждены, что накопленный опыт может оказаться важным и для преподавания «слабым» учащимся.

Важным фактором математического образования остается его стадийность. Изучение математики вообще и любой темы состоит из двух этапов, первый из которых заключается в формировании интуиции («мыслеобразов»), а второй - формировании умения управлять своим мышлением. При правильном преподавании вначале формируется интуитивное представление путем решения подобранных задач.

Можно сказать, что обучение и овладение предметом, а также выработка интуиции происходит поэтапно и каждый этап имеет свои задачи и свою методику реализации.

Проскок первого этапа приводит к более тяжелым последствиям, чем проскок любого другого, поскольку приводит к разрушению мотивации, может вызвать плохое понимание предмета и отвращение к нему.

Ключевые слова: *учащийся, одаренность, математическое образование, мыслеобразы, кружковые занятия, фрактальные структуры.*

PROBLEMS OF GIFTEDNESS AND THE STAGES OF MATHEMATICS EDUCATION. ACHIEVING A KEEN SENSE OF

Kanel-Belov A. Ya., *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Bar-Illan University, Israil, e-mail: kanelster@gmail.com*

Dzhambetov E .M., *Candidate of Technical Sciences, Assosiate Professor, Chechen State Pedagogical Universuty, Grozny, e-mail: xazar-76@mail.ru*

Umarova A. A., *the master student*
Chechen State Pedagogical Universuty, Grozny, e-mail: ayshat97.19@gmail.com

Annotation. *It is difficult to overemphasise the importance of understanding the problems of adaptation facing gifted children. Is the 'mediocrity' of other children closely related to the problems of giftedness? Is this 'mediocrity' a consequence of some aspect of the traditional education system? And if so, what can be done about it? It seems appropriate to compare both the "intellectual qualities" of "gifted" and "untalented" students, as well as their behavioural patterns and attitudes to the subject matter.*

Experience suggests that the otlichnik (excellent student) has a common sense focus on the subject itself and a higher level of creative giftedness. One way of developing talent is through circle teaching, which is flexible and natural in the selection of material and the opportunity to experiment with more varied material. We are convinced that the experience gained can also be important for teaching "weak" students.

Staggering remains an important factor in mathematics education. Learning mathematics in general and any subject matter consists of two stages, the first of which is the formation of intuition ("thought patterns") and the second of which is the formation of the ability to manage one's thinking. When properly taught, intuition is first formed by solving selected problems.

One may say that teaching and mastering the subject as well as the development of intuition occurs in stages and each stage has its own tasks and methods of implementation.

Skipping the first stage leads to more severe consequences than skipping any other, as it leads to destruction of motivation, may cause poor understanding of the subject and aversion to it.

Key words: *student, giftedness, mathematics education, thought patterns, circle classes, fractal structures.*

Одаренность детей всегда была и остается по сегодняшний день загадкой для многих исследователей, учителей и родителей, и как следствие возникает проблема диагностики и развития одаренных детей на всех этапах их обучения. Понимание проблем адаптации, стоящих перед одаренными детьми, имеет огромное значение [1].

Однако проблема одаренности имеет и другой аспект. Так ли «бездарны» остальные дети? Не является ли в ряде случаев так называемая «бездарность» следствием неправильной ориентации личности? Не является ли эта ориентация следствием некоторых аспектов традиционной системы образования? И если да, то, что тут можно сделать?

С одной стороны, подавляющее число учащихся в математике понимают очень мало. Остальные именуются «математически одаренными». С другой стороны, объективная сложность школьной и вузовской математики не такова, чтобы она была не доступна основной массе учащихся. Аналогичная ситуация и с другими предметами.

Нам представляется необходимым сравнить не только «интеллектуальные качества» «одаренных» и «бесталанных» учащихся, но и особенности поведения, а также отношения к предмету.

В процессе преподавания возникает следующее наблюдение. «Слабые» учащиеся относятся к предмету, как к своду неких правил и инструкций. И главное – не нарушить правило, не совершить ошибку. Те учащиеся (школьники или студенты), которые смогли преодолеть такое отношение к предмету, учатся значительно эффективнее и называются *одаренными*. Спору нет, у них уже есть заслуга.

Опыт говорит, что главное отличие настоящего отличника от рядового студента заключается, прежде всего, не в интеллекте. Дело в том, что у отличника здравый смысл направлен на сам предмет. Содержание занятий, в подавляющем большинстве случаев, особых требований к интеллекту не предъявляет (традиционная методика старается максимально уйти от трудных доказательств). Собственно, творческая одаренность проявляется на более высоком уровне.

Опыт кружкового преподавания. Есть мнение: студенты вуза «слабые» и их нельзя учить так, как учат 12-летних школьников на кружках. Методы кружкового преподавания годятся только для сильных. Это значит, что их надо учить традиционно, обучая стандартным приемам решения задач из стандартного материала. От этого они, впрочем, не становятся сильнее [2].

Но что такое *кружковое преподавание*? Отчего происходит отношение к предмету как к набору формальных правил. Что тут можно сделать?

В связи с этим, хотелось бы сделать несколько замечаний о ведении математического кружка для не математиков.

Кружки интересны, прежде всего, тем, что отбор материала более гибок, чем в стандартной школьной или вузовской программе. Он управлялся интересами учащихся и преподавателей, он более **естественный**. С более разнообразным материалом происходит экспериментирование. Мы убеждены, что накопленный опыт может оказаться важным и для преподавания «слабым» учащимся.

При первом знакомстве математика – это, прежде всего, наука о решении занимательных задач и головоломок (и немного – о некоторых интересных природных закономерностях). Первоначальное обращение к математике должно быть именно таким узким.

При этом недопустимо доказывать вещи, которые «и так очевидны». Вначале нужно увидеть, как строгие рассуждения позволяют получить нетривиальные результаты, и только потом осознать, что же такое *строгое рассуждение*. Но это – работа следующего этапа.

Изучение математики вообще и любой темы, в частности, состоит из (по меньшей мере) двух этапов, которые нельзя смешивать. Первый этап заключается в формировании интуиции («мыслеобразов»), затем следует собственно *осознание* и затем – *формирование умения управлять своим мышлением*.

Как говорил Р. Бернс, «Твой стиль, суховатый и сдержанно краткий, без умолку хвалят друзья. Уздечка нужна, чтобы править лошадкой, но где же лошадка твоя?». Традиционное преподавание начинается именно с уздечки.

Преждевременное наведение строгости крайне вредно. Оно вызывает так называемый «эффект сороконожки»[1]. Деятельности по прохождению разных этапов обучения очень плохо совместимы.

В качестве иллюстрации, расскажем о преподавании метода математической индукции, следуя И.С. Рубанову [3].

Традиционное (т. е. плохое) преподавание этого метода состоит в его словесном описании, формализации, манипуляции закрепляются упражнениями на доказательство тождеств.

Правильное же преподавание состоит в том, что вначале формируется *интуитивное представление*. Вначале может разбираться, например, такая

задача. *Число составлено из 27 единиц, идущих подряд. Доказать, что оно делится на 27.*

Идея доказательства состоит в разбиении на 3 блока по 9 единиц, идущих подряд. Каждый из них делится на 9, а произведение такого блока на число 1000000001000000001 делится на 27.

Далее разбирается следующая

задача. *Число составлено из 81 единицы, идущих подряд. Доказать, что оно делится на 81.*

Затем идет работа с аналогичной задачей о числе, составленном из 243 единиц и т. д. В конце концов, учащимся надоедает решать задачи-близнецы и они захотят рассуждать «в общем виде». Но как сформулировать «общий вид» утверждения? С этого начинается *осознание*.

Разбирается также еще несколько серий задач подобного рода. Например, следующая

[1] Согласно легенде, сороконожка разучилась ходить, когда ее убедили сознательно двигать каждым членом. Отсюда возник соответствующий психологический термин.

Задача. *4 прямые разбивают плоскость на области. Доказать, что можно покрасить ее в черный и белый цвет так, чтобы соседние области были раскрашены в разные цвета.*

Идея решения состоит в том, что из-за раскраски разбиение плоскости тремя прямыми получат раскраску для разбиения плоскости четырьмя прямыми.

Далее обсуждается случай большего числа прямых и работа производится по той же схеме, что и для предыдущей серии. Точно так же у учащиеся формируется потребность *рассуждать в общем виде.*

Итак, первый этап в преподавании индукции заключается в разборе нескольких ключевых задач. При этом формируется интуитивное ощущение, что задача для чего-то большего часто сводится к задаче для чего-то меньшего.

Формулировка метода получается только после того, как соответствующие рассуждения будут проведены в общем виде и на первых порах метод математической индукции будет назван *«планом решения задачи».*

Процесс обучения любому предмету, в том числе математике, начинается *с создания интуиции*. Это означает *создание поля мыслеобразов*, которыми обрабатывается тот или иной круг задач. Иногда говорят о *словоформах.*

Создание интуиции также происходит в два этапа. **Первый этап** состоит «в вызывательной процедуре» по выражению оккультистов, т.е. в привлечении мыслеобразов из здравого смысла. **Второй** состоит в формировании профессиональных мыслеформ.

Механизм *вызова* или *привлечения* (мыслеформ, словоформ) особенно важен в преподавании математики нематематикам и, вообще, для взрослого человека, когда он хочет изучить тот или иной предмет.

В связи с этим, хотелось бы поговорить о математическом кружке для нематематиков. Когда говорят, что «студенты не понимают понятие скорости» – это и правда, и не правда. Студенты действительно затрудняются дать формальное определение производной, но интуитивное ощущение скорости есть у любого нормального человека.

Точно так же, каждому нормальному человеку ясно, что с практической точки зрения яблоко бесконечно больше атома и бесконечно меньше Земли. В то же время абстрактные рассуждения с величинами разной малости усваиваются с большим трудом. Причина не в том, что эти рассуждения сложные, а в некотором культурном барьере.

Итак, первый этап формирования интуиции состоит в привлечении здравого смысла, наглядных представлений и т.п. Эти «бытовые мыслеформы» служат исходным материалом при формировании (можно сказать – преподавании) мыслеобразов, относящихся к самому предмету.

Р. Фейнман в своих знаменитых лекциях по физике активно занимается вызовом мыслеобразов. Например, разбирая понятие *мгновенной скорости* он приводит диалог полицейского и дамы («Вы ехали со скоростью 60 миль в час») – говорит полицейский. «Простите Сэр, но я за последний час 60 миль не проехала», – отвечает дама. «Но Вы ехали со скоростью 30 метров в секунду», – говорит полицейский и штрафует за 60 миль в час, а не за 30 метров в секунду).

В привлечении мыслеобразов и состоит так называемый «*принцип наглядного обучения*».

Есть расхожее мнение, что математика для нематематиков, скажем инженеров, должна преподаваться так, чтобы обучать прежде всего т.н. утилитарно полезному. Мы придерживаемся той точки зрения, что утилитарно необходимое человек выучит сам, а наша цель – объяснить человеку зачем это ему нужно (т. е. создать внутренние стимулы), привлечь образы здравого смысла и, наконец, если есть возможность, начать ставить мышление.

Поскольку люди плохо учатся зачастую не потому, что глупые, а потому что неправильно относятся к предмету, целью может являться выработка правильного отношения к предмету. Привлечь здравый смысл и продемонстрировать эстетику можно уже на нескольких занятиях. Поэтому даже такие краткие курсы оказываются достаточно важными. Мы имели опыт ведения математического кружка для химиков. За одно занятие в неделю невозможно обучить математике. Однако можно показать, что за математической красотой стоит физический смысл и понимание физической сути предмета. Сила всегда приходит в обличии красоты (Beauty is power itself).

В качестве примера был взят закон распределения молекул по скоростям и оценка скорости химических реакций. Цель не в том, чтоб обучить математике, а в том, чтоб выработать правильное отношение к ней на примере одного сюжета. В дальнейшем двое учащихся докладывали свои работы на школьных научных конференциях в Москве и Обнинске. Это мы бы назвали *пробным обучением.* Многие пороки т. н. «традиционного обучения» вытекают из *принципа сознательности обучения*, предполагающего, что человек воспринимает мир, прежде всего, через узкую щель сознания. На самом деле сознание – это только инструмент управления мышлением и главным адресатом в процессе обучения оно не является. [4]

Недопустимо и вредно стремиться к осознанию чего бы то ни было без предварительного формирования интуитивных образов. Сказанное отнюдь не умаляет роль сознания. В математике много стандартных для этой науки рассуждений, связанных с *рефлексией*, проведение таких рассуждений включает *управление мышлением*. Более того, преимущества взрослого человека заключаются именно в умении управлять своим мышлением. Мы не против «уздечки», просто она имеет смысл при наличии «лошадки».

Отметим, что на определенном этапе развития находятся ученики старших классов математических школ и на нем останавливается большинство учителей (отсюда перекос в сторону формальной строгости в школьном преподавании и недостатки традиционного стиля, вызванные внешним развитием школьных учителей). Строгость возводится в абсолют и человек начинает придираться к ней. Ему нужно прочувствовать, что же такое строгое доказательство и аксиоматические игры на доказательство и так очевидного и т. д. нужно отнести к этому этапу образования, а раньше это следует избегать.

Можно сказать, что обучение и овладение предметом, а также выработка интуиции происходит поэтапно и каждый этап имеет свои задачи и свою методику реализации. При начале занятий ключевое значение имеет выработка правильного отношению к предмету, говоря точнее преодоление отношения к нему как к своду формальных правил и плохо осмысленных предписаний. И первая фаза обучения должна иметь это своей целью и лишь во вторую очередь выработку знаний, умений, навыков, овладение фактическим материалом. Выработка математического мышление и концепции *строгости* относится ко второму этапу и доказательство «очевидных» утверждений, а также аксиоматические игры должны относиться к третьему этапу.

Проскок первого этапа приводит к более тяжелым последствиям, чем проскок любого другого, поскольку приводит к разрушению мотивации, поэтому он трудно поправим, в отличие от сбоев в обучении при прохождении последующих этапов. Плохое понимание предмета и отвращение к нему зачастую связано со сбоем в первом этапе.

Исправление ошибок первого этапа является трудной и важной педагогической задачей. В ряде случаев может оказаться успешным показ красоты предмета на специально выбранном примере. Это может быть сделано за не большое количество занятий и ценность такой работы, при условии ее успешности, оказывается достаточно высокой, зачастую даже больше, чем остальное математическое образование.

Важность развития математической культуры у специалистов самых разных отраслей несомненна. Однако современная школа зачастую прививает отвращение к математике. В школьном курсе внимание акцентируется на ошибках, на том, что не следует делать (примером чему служат бесконечные “ОДЗ”), а само понятие математической строгости фетишируется. Все это не вызывает энтузиазма у учащихся, и мы получаем извращенное отношение к предмету – как к своду формальных правил, применяемых механически. Именно такое отношение прежде всего и вызывает разговоры об «отсутствии математических способностей», в то время как практика показывает, что особенностью многих (настоящих) отличников является не интеллект, а простой здравый смысл в отношении к предмету [3]

Потребность в преодолении этого отношения и вызвало к жизни адаптивный курс математики, разработанный в рамках сотрудничества лабораторий математики и коллоидной химии.

Основная концепция курса состоит в том, что, хотя и невозможно дать сколь-нибудь систематические знания в рамках семестрового или даже двухсеместрового курса, но можно преодолеть школьное отношение к предмету и выработать правильное, повернуть сознание учащегося. Таким образом, целями и задачами курса являются:

- преодоление формализма в отношении к математике и привлечение здравого смысла учащегося к предмету;
- показ связи между математическим и физическим смыслами. Ученик должен понимать, что, написав математическую формулу, он сделал некоторую физическую гипотезу, и надо понять, какую именно;
- развитие эстетического чувства учащихся и общей культуры;
- сообщение учащимся знаний, поддерживающих курс коллоидной химии. (теория вероятностей, понятие интеграла, и производной и т.д.);
- приучить учащихся к физическому уровню строгости в математических рассуждениях.

Основные средства решения этих задач

- через разбор примеров, имеющих несомненное прикладное значение для учащегося демонстрировать связь между физическим и математическим смыслами.
- исторический рассказ об изобретении некоторых математических понятий «практиками». При этом акцентируется внимание на физическом уровне строгости рассуждений и противопоставлении его школьному стилю. (Например, рассказ об изобретении логарифмов).
- рассказ эстетически значимых сюжетов, имеющих общекультурное и общефилосовское значение (например, логические парадоксы).

Список основных тем, которые читались в разное время, включал

1) Логические парадоксы (2 часа).
2) Понятия скорости и производной (4 часа).
3) Процедура интегрирования (4 часа).
4) Понятие плотности (2 часа).
5) История создания логарифмов (4 часа).
6) Распределение Максвелла (2 часа).
7) Оценка скорости химических реакций (2 часа) и другие.

Сотрудничество лабораторий ДНТТМ продолжалось более 8 лет, велись совместные кружки, на основании опыта которых и возникла данная статья (Г. О. Шнайдер долгие годы работал заведующим лаборатории коллоидной химии). За время работы были достигнуты определенные успехи. Некоторые кружковцы - химики заняли призовые места на математических и физических олимпиадах (районная, городская, международный турнир городов), математические доклады учащихся были отмечены премиями на конференциях «Поиск» и на международной конференции памяти Чижевского (г. Обнинск). (Доклады учащихся были посвящены оценкам скорости химических реакций и распределению Максвелла. См., например, [5]) Отметим, что успех на олимпиаде или на конференции сам по себе, никогда не был нашей основной целью. Это лишь следствие изменившегося отношения к предмету. В дальнейшем предполагалось продолжить работу в рамках совместного проекта трех лабораторий (математики, коллоидной химии, вычислительной техники). Проект посвящен проблеме разделения эмульсии и может иметь непосредственное народнохозяйственное значение.

Оценки скорости химических реакций и распределение Максвелла-Больцмана

Когда температура у человека 38 градусов он чувствует себя совсем по-другому чем, когда 37. Но в абсолютном выражении это 311 или 310 градусов Кельвина, т.е. средняя энергия молекулы отличается на 0.3%. Откуда такое значение такой незначительной величины? Чтобы это понять, надо разобраться с распределением молекул по скоростям. Химические реакции обеспечиваются быстрыми частицами и оказывается, количество быстрых частиц изменится заметно, но как именно – это тема данного курса.

1. Чтобы разобраться, как распределены молекулы по скоростям, нужна концепция плотности вероятности, ведь вероятность того, что скорость именно такая равна нулю! Обсуждаем концепции плотности, а также плотности вероятности.

2. Постулаты Максвелла: 1) Плотность вероятности не зависит от направления вектора скорости (изотропность пространства). 2) Компоненты скоростей (V_x, V_y, V_z) распределены независимо. Обсуждается подробно понятие независимости событий для классических вероятностей и для плотностей.

Формулируется итог:

$$\varphi(\vec{V}^2) = F(\vec{V}) = \phi(V_x^2)\phi(V_y^2)\phi(V_z^2) = \varphi(V_x^2 + V_y^2 + V_z^2).$$

Обозначим $a = V_x^2,\ b = V_y^2, c = V_z^2$. Имеем:

$$\varphi(a + b + c) = \phi(a)\phi(b)\phi(c),$$

$$\ln\big(\varphi(a + b + c)\big) = \ln\big(\phi(a)\big) + \ln\big(\phi(b)\big) + \ln(\phi(c))$$

при любых a, b, c. Решаем функциональное уравнение. Попутно обсуждаем понятие функции как закона соответствия, который нужно найти (исторически понятие функции возникло, когда потребовалось решить функциональное уравнение, т.е. из множества законов соответствия выбрать один правильный).

В итоге имеем: $F(\vec{V}) = C_2 \exp\big(C_1 \vec{V}^2\big)$.

Находим константы C_1, C_2, $\int_{\vec{V}} F(\vec{V}) = 1$, т.е.

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} C_2 \exp(C_1 V_x^2)dV_x \exp\big(C_1 V_y^2\big)dV_y \exp(C_1 V_z^2)dV_z = 1.$$

Понятие *интеграла*. Как известно, Байкал создан для нужд целлюлозно-бумажного комбината. Следует определить запасы пресной воды в озере. Пусть оно замерзло. Разобьем поверхность озера на прямоугольнички со сторонами dx и dy. Буровая установка делает прямоугольное отверстие, и льда достается $h(x, y)dxdy$ из каждого столбика. Общий запас воды равен $\sum_{(x,y)} h(x, y)dxdy$. При удлинении знака S (Summa onium) получается интеграл. Пересыхает Аральское море. Уровень уменьшился на dh, а площадь поверхности $S(h)$. Объем высохшей воды равен $S(h)dh$, общий объем

$\int_h S(h)dh = \iint h(x,y)dxdy$. Интеграл от плотности. Вопросы сходимости игнорируются ради наглядности. Интеграл от плотности есть масса. Приводятся примеры.

Интеграл Гаусса

$J = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2}\,dx = \sqrt{\pi}$.

Тогда $J^2 = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2}\,dx \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2}\,dy = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(x^2+y^2)}\,dxdy$.

Двумя способами вычисляется площадь под поверхностью $e^{-(x^2+y^2)} = e^{-r^2}$. С одной, это J^2, (разбиваем на слои вдоль оси (Ox), с другой стороны это $\int 2\pi r e^{-r^2} dr$ в силу разбиения на цилиндрические слои.

В итоге имеем $J^2 = \pi$ или $J = \sqrt{\pi}$. Доказываем, что

$C_1 = -C < 0, C_2 = (C/\pi)^{3/2}$ из равенства единице интеграла от плотности вероятности. Итак,

$$F(\vec{V}) = \left(\frac{C}{\pi}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-C\vec{V}^2}.$$

3. Определяем константу C, исходя из средней энергии частицы, которая равна температуре. Энергия частицы со скоростью $\vec{V}$ равна $m\vec{V}^2/2$, а средняя энергия равна

$m\int_{\vec{V}} \vec{V}^2/2\,(C/\pi)^{3/2} e^{-C\vec{V}^2} dV_x dV_y dV_z = m\int_{\vec{V}} \left(V_x^2 + V_y^2 + V_z^2\right)/2\,(C/\pi)^{3/2} e^{-C\vec{V}^2} dV_x dV_y dV_z = 3/2m(C/\pi)^{3/2} \int_{-\infty}^{\infty} V_x^2 e^{-CV_x^2} dV_x \int_{-\infty}^{\infty} e^{-CV_y^2} dV_y \int_{-\infty}^{\infty} e^{-CV_z^2} dV_z = m\sqrt{C/\pi} \int_{-\infty}^{\infty} V_x^2 e^{-CV_x^2} dV_x = \frac{3/2m}{C} = \frac{3}{2kT}$.

Откуда $C = m/kT$.

4. Использование свойств распределения. Время пробега молекулы – порядка наносекунды, если нужной энергией обладают 10^{-9} молекул, то реакция проходит за время порядка секунды. Если же нужной энергией обладают 10^{-12} молекул (если $e^{-\lambda} = 10^{-12}$, то $\lambda \sim 30$), то реакция проходит за время порядка 1000 секунд. В этом случае легко показать, что при увеличении средней энергии на 0.3% количество частиц с нужной энергией возрастет весьма значительно, примерно на 10%.

5. По ходу дела могут обсуждаться случайные блуждания, оцениваться длина пробега, в зависимости от диффузии и т.д. В зависимости от времени и силы школьников.

Приложение.

О фрактальных геоморфологических структурах[1].

Только в самое последнее время было замечено, что многие объекты, нас окружающие – поверхность гор, извивы рек и многое другое – ведут себя не как классические объекты – кривые и поверхности- они сильно изломанные.

[1] Исследование ученика «Лицея «Вторая школа»» г. Москвы Максима Ливенсона

Все знают, что кривая одномерна, поверхность двумерна, пространство трехмерно. А что такое промежуточная размерность? Оказывается, сильно изломанные, фрактальные (английское слово fractus означает раздробленный) объекты следует описывать при помощи множеств дробной размерности, а сама эта размерность служит одной из важнейших классифицирующих характеристик. Данная работа посвящена объяснению случаев, во многом типичных, возникновения фрактальных структур в природе и выявлению физического смысла дробной размерности в том случае. Однако вначале мы должны дать определение размерности.

Единичный отрезок можно покрыть порядка N шарами радиуса 1/N каждый, участок поверхности – N, а область пространства - порядка N. Если для данного множества при минимальном покрытии шарами радиуса 1/N состоит из шаров, то это называется размерностью этого множества.

Множества дробной размерности встречались в математике прошлого и начала нынешнего веков - при конструировании контрпримеров (кривой Пеано, ковра Серпинского и т.д.) в теории множеств (канторово множество). Однако их считали патологиями и никому из математиков не пришло в голову посмотреть по сторонам и заметить обилие фрактальных структур в природе. Впервые фрактальные структуры были замечены Ричардсоном при попытке измерить длину береговой линии. Фрактальными объектами являются дендриты, возникающие при быстрой кристаллизации, силуэты гор, морозные узоры на окнах, большинство государственных границ, берега, фигуры Лихтенберга, возникающие на поверхности диэлектрика при пробое электрических током, и даже форма некоторых растений – например, ствол березы или листья папоротника.

На первый взгляд кажется, что фрактальные объекты столь плохи, что их невозможно изучать. Однако это не так: они обладают одним свойством – самоподобием, которое и обеспечивает поправку в числе шаров. Это свойство заключается в том, что при уменьшении масштаба объект остается похожим на себя. Это свойство будет показано на ряде объектов. При этом природный фрактал отличается от математической модели тем, что самоподобие в природном объекте наблюдается при любой степени увеличения, степень мелкости увеличения ограничена «грубостью» рассматриваемого объекта – молекулы имеют ненулевой размер.

Возможны механизмы возникновения фрактальности при геофизических процессах. Рассмотрим три механизма возникновения изломанности в различных масштабах.

1. Сланцевые горы

Сланцевые горы содержат большое количество параллельных слоев упорядоченных твердых частиц, инородных для данной породы. Обычно это слои намного прочнее самой породы и меньше подвержены выветриванию и вымыванию, кроме того, сами эти слои имеют различную толщину. Толстые (d 30 см.) встречаются редко, между ними встречаются прослойки толщиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, между ними встречаются еще более тонкие слои и т.д.

При выветривании разрушаются лишь края пластов основных слоев, соприкасающихся с воздухом и поверхность горы становится очень зазубренной. Большие зазубрины наблюдаются между толстыми слоями, на их поверхности – более мелкие зазубрины и т.д. Так как толщина сланцевых слоев может варьироваться в довольно широких пределах, то при рассмотрении горы в различных масштабах – от нескольких десятков метров до долей миллиметра – будет наблюдаться очень похожая картина, т.е. сланцевые горы можно считать фрактальными. Фрактальная размерность в данном случае характеризует поведение слоев.

2. Песчаные и мягкие кристаллические структуры

Горы и холмы из песчаника встречаются, к примеру, на Армянском плоскогорье. В таких горах песок упакован плотно и его упаковка похожа на кристаллическую. Мы рассмотрим горы из вулканических пород (в основном SiO_2) и кристаллические структуры. Последние, «плывущие» под действием нагрузок, отличаются большим числом дислокаций. При воздействии внешних факторов на поверхности гор происходит разрушение нестойких участков с сильно нарушенной кристаллической решеткой, Участки с малым числом нарушений остаются неразрушенными и в дальнейшем. При последующих воздействиях разрушение пойдет по местам скопления дислокаций. Таким образом, то, что не разрушилось, дальше почти не разрушается и разрушение пойдет в более глубокие слои. Картина распространения разрушений напоминает слабо ветвящееся дерево глубиной порядка сантиметров. У горы возникает сильно изрезанная поверхность. Если рассматривать ее разные участки под различным увеличением, мы получим похожие картинки.

3. Плотные кристаллические структуры, гранит

Рассмотрим теперь явления на границе скального массива. Напомним одно из механизмов возникновения трещин. Известно, что имеющиеся дислокации перемещаются так, что возникают цепи движущихся дислокаций. Однако решетка неоднородна, и когда цепь дислокаций наплывает на включения, она останавливается. Происходит накопление напряжений и образуется «трещина Сибро». Следующие трещины отходят от уже имеющихся, так что образуется тонкий дендрит. Под действием механических напряжений начинается скольжение слоев относительно плоскостей трещин. В результате раскрытия породы по дендритной схеме возникает изломанность силуэта скалы, видимая при любых масштабах.

Компьютерное моделирование и численные эксперименты. Компьютерное моделирование поверхности гор основано на следующей идее: берется триангуляция и узлы триангуляции поднимаются на случайную высоту. Затем берется подразбиение триангуляции и вершины подразбиения случайным образом смещаются с поверхности, построенной на предыдущем шаге. Этот процесс повторяют многократно. Максимальная величина смещения уменьшается с уменьшением шага.

Список литературы

1. Розов, Н.Х. Академик А. Н. Колмогоров и проблема изучения индивидуальных особенностей психологии творчества/Н.Х. Розов// Математика в школе. 1991. № 2. с. 9-10.

2. Белов, А. Я. Об организации учебно-исследовательской роботе в области математики/Фю Яю Белов// Внешкольник, 7–8 (1997), 26-27

3. Летние конференции Турнира городов. Избранные материалы. Вып. 1. Под общей ред. Н. Н. Константинова. Сост. Б. Р. Френкин. М.: МЦНМО, 2009

4. Соминский, И.С. Метод математической индукции/ И.С. Соминский//М.: «Наука» 1965, 1974 (изд. 7-е, 8-е).

5. Кулыгин, А. К. (Рук. Белов А. Я.) Распределение Максвелла/А.К. Кулыгин// Поиск – 93, материалы конференции, физика, математика, астрономия, экология, 1993, Москва, ДНТТМ, стр. 23-29.

УДК 378:372.851

ПРИКЛАДНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Карпова В.И.*, кандидат педагогических наук, доцент,*
Пермский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения в г. Перми,
г. Пермь, e-mail: karpov1954@mail.ru

Куликова Т.С.*, кандидат педагогических наук, доцент,*
Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, г. Пермь, e-mail: Kulikovatat@mail.ru

Аннотация. *В статье рассматривается решение методической проблемы совершенствования математического образования студентов через прикладную направленность преподавания математики.*

Ключевые слова: *научное мировоззрение, студенты, математика, прикладная направленность, межпредметные связи, математическое моделирование, прикладная задача, пропедевтика специальных знаний.*

THE APPLIED ORIENTATION OF MATHEMATICS TEACHING IS AN EFFECTIVE WAY OF IMPROVEMENT MATHEMATICAL EDUCATION

Karpova V.I.*, Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor,*
The Perm Institute of Realway Transport is a branch of the Ural State Transport University in Perm, Perm, e-mail: karpov1954@mail.ru

***Kulikova T.S.**, Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor,
The Perm Militari Institute of National Guard's Forces of the Russian Federation,
Perm, e-mail: Kulikovatat@mail.ru*

***Annotation**. The article deals with the solution of the methodological problem of improving the mathematical education of students through the applied orientation of teaching mathematics.*

***Keywords:** scientific worldview, students, mathematics, applied orientation, interdisciplinary connections, mathematical modeling, applied problem, propaedeutics of special knowledge.*

Подготовка грамотных специалистов является основной задачей высшей школы. Чтобы быть востребованным на рынке труда, выпускникам вузов кроме хорошей профессиональной подготовки необходимо иметь активную жизненную позицию, уметь принимать самостоятельные решения в любой жизненной ситуации, согласно своим убеждениям, системе ценностей и принципам. Образование студентов неотделимо от знаний, методов их получения, способов обоснования, а значит от науки, от научного мировоззрения. Ядром научного мировоззрения человека служит научная картина мира, которая является интегральной системой его представлений о мире, она вырабатывается в результате синтеза знаний, полученных в различных областях научного исследования. Мировоззренческие представления человека вооружают его пониманием общих идей, формируют социальную позицию, от которой зависит его отношение к трудовой деятельности. То есть знания человека переходят в убеждения и выступают мотивом для соответствующих действий.

Формирование научного мировоззрения студентов в процессе обучения опирается на особенности его структуры. В работах Ю.Ф. Фоминых отмечено, что сущность научного мировоззрения схематично можно выразить так: знания → взгляды → убеждения → система ценностей → идеалы → принципы → действия [4].

Процесс формирования научного мировоззрения студентов имеет двойственный характер. С одной стороны, научное мировоззрение студента складывается дифференцированно, это связано с существующей дифференциацией научного знания. Каждый учебный предмет вносит свой вклад в формирование научного мировоззрения студентов, так как объект любой науки – это часть реального мира, на которую направлена познавательная деятельность. С другой стороны, процесс формирования научного мировоззрения человека имеет интегральный характер, соответствующий структуре мировоззрения, которая интегрирует знания, взгляды, убеждения, идеалы в единую целостную картину мира. Интегральный характер научного мировоззрения приводит к необходимости рассматривать предметы и явления в их взаимосвязи и целостности.

Сформировать у студентов целостную систему знаний о научной картине природных явлений можно только при установлении межпредметных связей наук и дисциплин. Математика занимает особое место в системе наук благодаря своим свойствам. Как и философия, математика имеет предельно общий объект познания – весь мир, но не во всех его проявлениях, а только в закономерностях форм предметов и явлений, философия же изучает их содержание и развитие. Поэтому законы математики, как и философии, являются обязательными для всех наук. Как отмечает Н.И. Жуков «с помощью математики можно описать, в принципе, любой процесс объективной действительности» [1].

Еще одна особенность математики, определяющая ее особую роль в формировании научного мировоззрения студентов, заключается в том, что математика является общенаучным методом познания. Практически во всех науках в качестве метода исследования выступает количественное описание изучаемых конкретной наукой явлений, процессов, их связей и при этом привлекается аппарат математики. Таким образом, математика выступает как общенаучный метод познания для других наук, инструментом построения теории в них.

Основой применения математики в других областях науки и техники является метод математического моделирования. Математика необходима другим наукам, когда они используют метод формализации, абстрагируясь от содержания явлений и оперируя их формой, отражая результаты мышления в точных понятиях и утверждениях. Область применения математического метода не ограничена. Все виды движения и изменения материи могут изучаться математикой.

Для реализации мировоззренческого потенциала математики в учебном процессе необходима его целенаправленная, планомерная организация с применением прикладной направленности. При решении прикладных задач на занятиях раскрываются межпредметные связи математики. Система взглядов студентов, сформированная на занятиях по математике, является составной частью их научного мировоззрения.

По определению Н.А. Терешина «задача, поставленная вне математики и решаемая математическими средствами» называется прикладной задачей или задачей с прикладным содержанием. Под прикладной направленностью преподавания математики будем понимать не только решение в ходе обучения задач с прикладным содержанием, но и методологическую связь, которая позволяет показать студентам необходимость овладения математическими методами как инструментом для изучения различных областей человеческой деятельности. Именно прикладная направленность преподавания математики позволяет перевести математику с абстрактного уровня изложения на практический язык, показать студентам роль математики в современном мире и мотивирует студентов к изучению курса математики. Прикладная направленность преподавания математики способствует объединению разрозненных знаний студентов по разным дисциплинам в единую систему, то есть является основой системности научных взглядов студентов [3].

Прикладная направленность преподавания математики реализуется через установку межпредметных связей и использование на занятиях прикладных задач. Межпредметные связи позволяют демонстрировать студентам объективно существующие связи между науками, а значит и соответствующими им дисциплинами, эти связи выражают единство материального мира. Привлечение учебного материала других дисциплин на занятия по математике наполняют абстрактную математическую теорию практическим содержанием, связанным со всеми сферами человеческой деятельности. Кроме того, решение задач других дисциплин позволяет студентам отработать навыки и умения, необходимые для изучения этих дисциплин, продемонстрировать особое значение математики для изучения других наук.

Хорошие результаты в установлении межпредметных связей математики с другими наукам достигаются при использовании проблемного пути в обучении. Этот путь значительно оживляет деятельность студентов за счет повышения уровня самостоятельности, активности и творчества. Включаемый в содержание занятия межпредметный материал разнообразит способы учебной деятельности, повышает качественный уровень учебного материала. Наиболее распространенным способом реализации проблемного пути установления межпредметных связей является использование на занятиях по математике проблемной ситуации, проблемного вопроса, проблемного задания или проблемной задачи.

Мышление начинается с проблемы, противоречия. Проблемная ситуация сигнализирует о недостаточности имеющихся у студентов знаний для совершения познавательного действия. Возникновение условий, делающих необходимым привлечение знаний других дисциплин, является одной из основных черт проблемных ситуаций. При обучении математике проблемная ситуация межпредметного свойства возникает при решении прикладной задачи на практическом занятии или создается преподавателем на лекции при изучении новой темы. При этом преподаватель формулирует прикладную проблему, через решение которой осуществляется введение нового материала. Примером может служить введение понятия определенного интеграла путем решения задачи о вычислении количества электричества, протекающее через поперечное сечение проводника за определенный промежуток времени. Или при изучении темы «Ряды Фурье» преподаватель формулирует проблемный вопрос: можно ли представить сигнал произвольной формы в виде суммы гармонических колебаний? И затем излагает теорию, на основе которой это можно сделать.

Для разрешения проблемной ситуации на лекционных и практических занятиях широко используется вопросно-ответная система. На лекции используются диалоговые элементы: вопросы на актуализацию знаний студентов, вопросы межпредметного плана, проблемные вопросы и др. Проблемные вопросы несут в себе элемент неизвестности, потребности в новых знаниях.

Чтобы ответить на эти вопросы необходимо привлечение знаний других дисциплин. Приведем примеры проблемных вопросов: «Под каким углом нужно выстрелить, чтобы дальность полета снаряда была наибольшей?», «как построить уравнения траекторий, по которым движутся планеты Солнечной системы?», «По какому закону изменяется атмосферное давление с изменением высоты?».

Содержанием проблемной задачи является противоречие между известным и неизвестным. Решение задачи межпредметного характера требует от студентов самостоятельного мыслительного анализа ситуации, нового способа действия. Поэтому любая прикладная задача может рассматриваться как проблемная.

Для повышения эффективности обучения математике необходимо иметь систему прикладных задач. Прикладные задачи, используемые на занятиях должны иметь познавательную ценность, быть доступными по материалу, описывать реальную ситуацию, иметь практическое приемлемое решение, не иметь громоздкого решения.

В практике преподавания мы используем задачи на: 1) приложение изучаемого понятия; 2) приложения метода или теоремы; 3) приложения темы или раздела. По степени участия студента в построении математической модели мы подразделяем задачи на три уровня сложности.

В задачах первого уровня математическая модель известна, от студентов требуется выполнить решение математическими средствами, проанализировать полученный результат и истолковать его в терминах исследуемого явления. Приведем примеры таких задач.

Задача 1. Движение снаряда по направляющим пусковой установки описывается уравнением $m\frac{d^2x}{dt^2} = P - T - mgsin\theta$, здесь Т – сила трения между ведущим элементом снаряда и направляющими, формула для ее вычисления имеет вид: $T = fmgsin\theta$, f - коэффициент трения, Р – сила тяги, θ- угол наклона направляющих к горизонту. Найти скорость и длину пути движения снаряда по направляющим пусковой установки.

Для решения этой задачи студентам необходимо дважды проинтегрировать заданное в условии уравнение, которое представляет математическую модель движения.

В прикладных задачах второго уровня сложности математическая модель задачи может быть получена преобразованием другой модели, известной студентам.

Задача 2. Снаряд вылетает со скоростью v под углом α к горизонту и составляющие его перемещения определяются формулами: $x = vtcos\alpha$, $y = vtsina - \frac{gt^2}{2}$. Исследовать траекторию полета снаряда, определить угол, под которым нужно выстрелить, чтобы снаряд попал в самолет, с заданными координатами (x_0, y_0).

Для решения этой задачи студентам необходимо преобразовать математическую модель, заданную в условии, найти явную зависимость $y = y(x)$, исключив параметр t (время).

В задачах третьего уровня сложности от студентов требуется самостоятельно построить математическую модель.

Задача 3. Из орудия береговой артиллерии с высоты h=30 м над уровнем моря произведен выстрел под углом 45^0 к горизонту с начальной скоростью v_0=1000 м/с. Определить на каком расстоянии от орудия снаряд попадет в цель, находящуюся на уровне моря. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение этой задачи требует от студентов самостоятельного составления математической модели исходя из геометрических соображений. Для этого им необходимо построить чертеж, соответствующий условию задачи, ввести систему координат, составить уравнения движения снаряда в параметрическом виде: $x = v_0 t cos\alpha, y = h + v_0 t sin\alpha - \frac{gt^2}{2}$.

Чтобы определить на каком расстоянии от орудия снаряд попадет в цель, находящуюся на уровне моря, студентам необходимо решить квадратное уравнение $\frac{1}{2}gt^2 - v_0 t sin\alpha - h = 0$, имеющее два решения. Одно из них позволяет определить искомое расстояние, если подставить найденное значение времени t в формулу $x = v_0 t cos\alpha$.

Использование на занятиях по математике прикладных задач разного уровня сложности, позволяет реализовать дидактический принцип индивидуального подхода к студентам в процессе обучения.

Задачи первого уровня сложности очень широко используются в практике преподавания математики, так как они не требуют больших затрат времени на решение, позволяют иллюстрировать приложение абстрактных математических понятий, математической теории, позволяют отрабатывать необходимые математические умения.

Задачи второго и третьего уровня сложности требуют для решения больше времени, кроме того преподавателю необходимо разбираться в понятиях и тонкостях других дисциплин. Использование прикладных задач на занятиях по математике приводит к необходимости решения проблемы пропедевтики специальных знаний. Например, при решении задач на расчеты линейных электрических цепей операторным методом.

Задача 4. Определить ток $i(t)$ переходного процесса, возникающего в электрической цепи, содержащей последовательно включенные активное сопротивление R и индуктивность L, если к входу цепи в момент времени t=0 подключается ЭДС $e(t) = E_0 e^{-at}$ (а > 0).

Перед решением этой задачи преподавателю необходимо пояснить студентам, что процессы в электрических цепях бывают установившиеся и переходные. Наступлению установившегося процесса, отличного от первоначального режима работы цепи, предшествует переходный процесс. В одних случаях он бывает нежелателен, даже опасен, например, при коротких замыканиях в энергетических системах, в других же переходный процесс – естественный, нормальный режим работы цепи. Это встречается в работе радиопередающих, радиоприемных устройствах, системах автоматического регулирования и других системах. Операторный метод расчета переходных процессов является наиболее эффективным методом, поэтому он успешно применяется в инженерной практике. Таким образом, прежде чем приступить к решению прикладной задачи, преподавателю необходимо пояснить вопросы расчета электрических цепей.

Необходимость пропедевтики специальных знаний создает трудности преподавателю математики, так как ему необходимо осваивать материал других дисциплин. Прикладная задача требует больше времени на решение, поэтому преподавателю необходимо тщательно подбирать эти задачи.

Прикладная направленность преподавания математики позволяет реализовать в обучении следующие дидактические функции: образовательную, воспитательную, развивающую. Решение прикладных задач на занятиях повышает интерес студентов к изучению математики. в процессе решения прикладных задач у студентов формируются следующие навыки и умения: составление математических моделей реальных задач, отбор данных для решения и выбор метода исследования, доведение задачи до практически приемлемого результата, контроль правильности решения.

Решение прикладных задач способствует воспитанию у студентов трудолюбия, настойчивости в достижении поставленной цели, усидчивости, уверенности в собственных силах. В прикладной направленности преподавания математики находят отражение основные принципы дидактики математики, принципы научности, связи обучения с жизнью, системности.

Список литературы

1. Жуков, Н.И. Философские основания математики/ Н.И Жуков. – Минск: Университетское, 1990. – 110 с.
2. Иванова, С.И. Пути реализации прикладной направленности обучения математике /С.И. Иванова. // Молодой ученый. – 2018г. - № 45 (231). – С.245-247.
3. Терешин, Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики/Н.А. Трещин. – М: Просвещение, 1990. – 96 с.
4. Фоминых, Ю.Ф. Система ценностей – мера социальности личности/Ю. Ф. Фоминых//Проблема формирования гуманистического мировоззрения учащихся. – М: Наука, 1997г.– С.16 – 20.

УДК 51

ТОЧКИ РАЗРЫВА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Козеренко К.В., *кандидат физико-математических наук,*
Лицей «Вторая школа», г. Москва

Аннотация. *Более ста лет назад математика начинают понимать, что должно быть позволено рассуждать об объектах, не имеющих никакой чувственной интерпретации». Дано строгое определение действительных чисел, сформулирована полная система аксиом арифметики и «бесконечность» получила право на существование. Родился новый формальный язык, принципиально отличающийся от естественного! Новый язык математики исключает неоднозначность понятий.*

Точки разрыва в образовании – это неверно сформированная интуиция, потеря ориентиров. Иными словами, точки разрыва – это разрывы в математической культуре, сильно снижающая уровень и качество математического образования.

Одной из точек разрыва в нашем математическом образовании является убеждение в том, что нельзя строить строгий логический курс геометрии в школе.

Другой точкой разрыва является замена привыканием понимание, что, конечно, есть точка разрыва. Очень часто строгое определение подменяется наглядным представлением.

Ключевые слова: *математические объекты, чувственная интерпретация, бесконечность, аксиома, доказательство, разрывы образования.*

GAP POINTS IN MATHEMATICS EDUCATION

Kozorenko K.V., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Professor Lyceum "Second School", Moscow

Annotation. *More than a hundred years ago mathematicians begin to realise that it must be allowed to reason about objects without any sensual interpretation". A strict definition of real numbers was given, a complete system of axioms of arithmetic was formulated and 'infinity' was given the right to exist. A new formal language, fundamentally different from the natural one, was born! The new language of mathematics excludes the ambiguity of concepts.*

Gap points in education are a wrongly formed intuition, a loss of reference points. Gap points, in other words, are ruptures in mathematical culture, greatly reducing the level and quality of mathematics education.

One rupture point in our mathematics education is the belief that one cannot build a rigorous logical geometry course in school.

Another breaking point is the substitution of habitual understanding, which of course is a breaking point. Very often a rigorous definition is substituted by a visual representation.

Keywords: *mathematical objects, sensuous interpretation, infinity, axiom, proof, discontinuity of education*

К середине XIX века «… математики (Буль, Грассман) начали понимать, что должно быть позволено рассуждать об объектах, не имеющих никакой чувственной интерпретации» [1], и тогда прорвало! Почти одновременно Кантор, Дедекинд и Вейерштрасс дали определение действительного числа, затем Вейерштрасс предложил идею введения отрицательных чисел в виде классов пар натуральных чисел, а в 1888 году Дедекинд сформулировал полную систему аксиом для арифметики (аксиомы Пеано). Кантор снимает запрет Аристотеля: бесконечность (актуальная) получает «права гражданства» (правда цена за это в виде парадоксов Кантора оказалась очень высокой). **Родился новый формальный язык! И новая интуиция!** Теперь «интуиция отнюдь не обязательно имеет пространственную или чувственную природу, как часто думают, а скорее представляет собой некоторое **знание поведения математических объектов,** часто прибегающее к помощи образов самой различной природы, но основанное прежде всего на повседневном знакомстве с этими объектами» [1].

Новый язык математики принципиальнейшим образом отличается от естественного, так сказать, бытового языка. Для естественного языка характерно наличие неоднозначности, т.е. наличие взаимоисключающих смыслов. В процессе восприятия естественной речи человек пользуется различными инструментами разрешения неоднозначности, такими как аналогии, апелляции к наглядным образам, но, прежде всего, контекстом. Поэтому естественно-языковые тексты информационно избыточны. Язык математики использует особый инструмент разрешения неоднозначности. В математическом тексте **каждый (!) термин** или понятие должны быть **определены,** что абсолютно исключает возможность неоднозначного их понимания. При этом стала возможной фиксация аналогий: похожие структуры выделяются термином и определенным набором аксиом, которые отражают те или иные свойства этих структур. Так, например, множество $\mathbb{Z}$ целых чисел похоже на множество многочленов. Тогда говорят, что $\mathbb{Z}$ и множество многочленов есть кольца. Про очень похожие структуры горят, что они изоморфны («одинаковые вещи мы называем по-разному»). Например, комплексные числа как множество упорядоченных пар вещественных чисел изоморфны факторкольцу $\mathbb{R}[x]/(x^2+1)$. Эта особенность формального языка позволяет изучать одновременно целые классы структур: коль скоро выполнены аксиомы, справедлива и любая теорема, полученная логическим путём из этих аксиом.

Итак, формальный язык стал языком науки. Как же это отразилось на преподавании математики?

Почти сто лет тому назад Эмиль Борель говорил, что «преподавание математики может получить полную воспитательную ценность лишь при условии, если оно будет избегать слишком распространенного софизма, будто реальные трудности можно разрешить с помощью простых словесных определений». Здесь я хочу быть правильно понятым и не перепугать тех, кто призывает учителей «быть реалистами и не пытаться научить строгим определениям с самого начала». О таких вещах, на мой взгляд, надо сначала просто рассказывать на уроках и не только не требовать, но и не ожидать немедленного понимания. Семя брошено в почву, надо подождать пока оно прорастет. Сама по себе эта деятельность мне кажется очень полезной. Впрочем, как и во всем, и здесь уместно «чувство меры и сообразности». Степень погружения зависит от уровня класса. Однако, обязательно надо придерживаться принципа Н.Н. Константинова о **«честном умолчании»,** который подразумевает, что, если учитель в каком-то месте, либо пропустил доказательство (умолчал), понимая, что ученики воспримут этот факт, как нечто естественное и не вызывающее возражений, либо просто сослался на очевидность, то добавить строгое доказательство, можно **не разрушая структуры курса**.

На то, что математика – это совершенно особый язык, очень редко кто в школе обращает внимание, и, как правило, этому вообще не учат, хотя, может быть, математика включена в школьную программу именно для того, чтобы хотя бы с ним познакомиться, или, что значительно лучше, научить, хоть немного, говорить на этом языке. Но самое страшное, что, как правило, эти формальные конструкции обрушиваются на голову совершенно не подготовленного к ним бывшего школьника. Не подготовленного потому, что «школьная» математика, в основном, конкретна. А к формальному языку надо еще привыкнуть. На это надо время.

Преподаватели же вузов считают, что студенты уже им владеют, и сразу начинают говорить с ними на незнакомом формальном языке (векторным пространством называется множество и т.д.), а бедные студенты не понимают, что происходит: какое векторное пространство, зачем оно нужно? В результате им приходится просто зазубривать непонятные определения и доказательства теорем, что приводит к потере смысла и разрыву образования.

Что делать? На этот вопрос Арнольд дает такой ответ: избегать немотивированных определений и разъяснять фундаментальные идеи и методы!

Так вот точки разрыва в образовании – это неверно сформированная интуиция, потеря ориентиров. Иными словами можно сказать, что точки разрыва – это разрывы в математической культуре.

Точки разрыва в математическом образовании сильно снижают его уровень и качество.

С некоторыми разрывами справиться легко, например, просто указав на них.

Есть разрывы более серьезные. Известно, какое огромное влияние на развитие математики оказало открытие геометрии Лобачевского. Такую же роль эта геометрия должна играть, по-моему, и в образовании. Но, конечно, трудно предположить, что представление о том, что через точку, не лежащую на прямой, можно провести более одной прямой, параллельной данной, стало бы общедоступным. Это даже, скорее, точка отрыва школьной математики от общекультурных достижений.

Наконец, имеются и узаконенные, неустранимые разрывы. Школьная математика в старших классах уже давно стала, в основном, конкурсной математикой. Мы учим детей решать искусственные и при этом очень сложные задачи, причем в подборе этих задач, как правило, нет системы. Ни о каком формировании интуиции в этой ситуации говорить просто не приходится. Какое представление о математике после этого складывается у наших учеников одному Богу известно. И с этой ситуацией сейчас, пожалуй, ничего не поделаешь.

Перейдем теперь к конкретным примерам.

1. Геометрия в школе.

Одной из самых серьезных, на мой взгляд, точек разрыва в нашем математическом образовании является убеждение в том, что нельзя, и поэтому не надо, строить строгий логический курс геометрии в школе. Обосновывается такой подход следующими доводами. Во-первых, начинать с аксиом и теорем вроде того, например, что *две* медианы в треугольнике пересекаются, трудно и семиклассникам не под силу. Во-вторых, все равно без логических пробелов не обойдется, так зачем же зря стараться? В-третьих, «завязнув» на доказательстве очевидных фактов можно отбить всякую охоту у детей изучать геометрию.

Когда я всё это слышу, невольно возникает вопрос: «А зачем тогда геометрия включена в школьную программу?» Казалось бы, ясно. Геометрия, прежде всего, воспитывает уважение к доказательству, ибо доказательство есть единственный способ установления истины. Геометрия доставляет пример научной теории. В геометрии также вводятся такие фундаментальные понятия как прямая, плоскость, треугольник, расстояние, движение, равенство фигур, подобие, вектор и т.д. Ну, и, наконец, геометрия, безусловно, предоставляет уникальную возможность научить решать задачи. По всей видимости, именно последнее соображение является для многих смыслом и целью изучения геометрии. Научить решать задачи! И всё! Причем задача считается решенной, если так считает учитель, жюри олимпиады или конкурсная комиссия, которые договорились соответствующие рассуждения считать решением. А раз так, то не нужны аксиомы, вместо доказательств теорем подойдут описания экспериментов (наложим один треугольник на другой, перегнем лист (!) бумаги, повернем фигуру и т.д.), вместо определений сгодятся наглядные образы (хотя определения без наглядных образов – это другая крайность), вместо логических цепочек… Они вообще не нужны. Конечно, если есть доказательство, то его, разумеется, очень важно сопроводить экспериментом. Геометрия, как и физика, наука экспериментальная. Но нельзя путать эксперимент и доказательство. Вообще, при таком подходе подспудно прививается одна страшная, на мой взгляд, вещь: то, что видно очами, как сказано в одном учебнике геометрии «не нуждается в доказательстве».

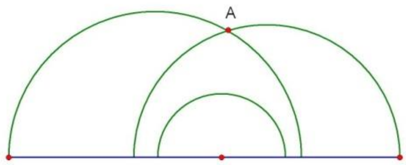
Можно ли построить строгий курс геометрии? Имея в своем распоряжении учебник А.В. Погорелова, можно, и это не так трудно, как кажется. Погорелову удалось, на мой взгляд, адаптировать аксиоматический метод Д. Гильберта для школы. Это методическое достижение трудно переоценить. Читая «Основания геометрии» Д. Гильберта или даже «Высшую геометрию» Н.В. Ефимова невозможно себе представить, что бы такой подход мог бы быть реализован в школе. Однако, большинство учителей в силу, по всей видимости, естественного консерватизма, к сожалению, не приняли его, хотя то, что очевидные факты надо узреть умом (доказывать), вызывает у школьников, как показывает опыт, не просто интерес, а восторг. Здесь уместно вспомнить слова И.Ф. Шарыгина о том, что научной и нравственной основой курса геометрии является принцип доказательности всех(!) утверждений. И это единственный предмет, включая даже предметы математического цикла, полностью основанный на последовательном выводе всех(!) утверждений [1].

2. Отсутствие определений.

Многие школьники даже не подозревают, что они не знают, что такое 0, –1, $\frac{1}{2}, \sqrt{2}$, синус числа, логарифм, поворот против часовой стрелки и т.д., что у этих понятий имеются определения. Может быть, строгих определений здесь давать и не надо, хотя мой опыт показывает, что такие разговоры идут «на ура», но сказать, что вы их опустили в этом случае необходимо. Иначе сложится ситуация, когда привыкание заменяет понимание, что, конечно, есть точка разрыва. Но в школьной математике есть точки разрыва и посерьезнее. Очень часто строгое определение подменяется наглядным представлением. Вообще, подспудно у школьников формируется совершенно неверное представление о принципах построения научной теории: наглядные образы не нуждаются в определении, например, равенство фигур или поворот (дескать, и так ясно, что это такое). Тем более, «остается за кадром» то, что для аккуратного определения равенства фигур надо сначала ввести движение, а для определения поворота композицию движений. В результате, через некоторое время они, конечно, не узнают в аффинных преобразованиях или гомеоморфизме «ближайших родственников» движения, а в эквивалентности фигур глубокий аналог их равенства.

Кстати говоря, исходя из определения поворота как композиции осевых симметрий сразу и не догадаешься, при чем тут поворот. Как сказал мне один коллега: «Ваш поворот не поворачивает». Определение и не должно «поворачивать». Не «царское» это дело! Для этого есть солдаты-теоремы. Иначе говоря, о том, чтобы поворот «повернул», должны побеспокоиться теоремы, а не определения. Это типичный для математики подход: сначала дается формальное определение, а затем теоремы, так называемые основные свойства, формируют наглядный образ. Разумеется, кроме определения, так сказать логического ядра и основных свойств, которые являются расширением этого ядра и помогают лучше понять суть нового понятия, необходимы еще мотивировки введения этого понятия.

3. Аксиомы играют роль определений.



Еще в 1882 году А. Пуанкаре нарисовал такую картинку, где в верхней полуплоскости изображены полуокружности, центры которых лежат на одной прямой. Если бы эти полуокружности можно было бы считать прямыми, то эта картинка иллюстрировала бы отрицание постулата о параллельных, поскольку через точку А проходят две полуокружности, не пересекающие среднюю полуокружность. Так можно ли считать полуокружности прямыми? Это вопрос, боюсь, поставит в тупик не только школьника, но и … (не буду гадать, кого еще). Мы учим так, что, сталкиваясь с подобными вопросами, наши ученики испытывают те же психологические трудности, что и современники этих открытий. Как позже объяснил Гильберт, прямая, точка и плоскость появляются только в связи с теми аксиомами, которые для них выбираются. Другими словами, назвать ли их точками, прямыми, плоскостями или же столами, стульями, пивными кружками, это будут те объекты, для которых справедливы соотношения, выражаемые аксиомами.

В некотором смысле это похоже на то, как значение неизвестного слова проясняется по мере использования его в различных контекстах. Каждое дополнительное предложение, в котором оно участвует, исключает некоторые значения, которое могло бы иметь это слово в предыдущих предложениях.

4. Мотивировки.

Математическое образование должно строго придерживаться принципа, так сказать, «снежного кома», т.е. должен даваться только тот материал, который ляжет на уже усвоенный и который может быть мотивирован. Перед тем как вводить новое понятие или начинать новый курс, нужно обязательно объяснять (хотя бы «на пальцах»), ради чего это делается. Спросите любого школьника, зачем нужны логарифмы или тригонометрические уравнения, и вы поймете то, что я имею в виду. И, конечно, объяснения должны соответствовать уровню математической культуры слушателя. Л. Выготский, имея в виду только что сказанное, говорил про зоны ближайшего развития. Отсутствие мотивировок вводимых понятий и направления исследования недопустимо и является не просто разрывом, а делает такое «образование» бессмысленным.

5. Бессодержательность формулировок большинства задач.

Здесь я не буду даже приводить примеры, их полно в большинстве задачников. Вообще для многих сборников задач характерно полное отсутствие сюжетов, задачи в них появляются так, как будто они вылетели из «датчика случайных чисел». Именно из-за этого, наверное, после окончания школы некоторые считают, что математика представляет собой набор несвязанных между собой методов и фактов, является чем-то вроде игры.

6. Неявные блокировки.

Самый известный пример блокировки – это история геометрии Лобачевского. Даже ведущие математики того времени ее не признавали. Их интуиция не допускала существования двух прямых, проходящих через одну точку и параллельных третьей. Кстати говоря, мы и сейчас учим так, что наши ученики испытывают те же (а может быть и большие, поскольку слышали, что Лобачевский – великий ученый) психологические трудности, что и современники этого открытия. *Прямыми в модели Пуанкаре геометрии Лобачевского являются, как сказано выше, евклидовы полуокружности. Сложившийся наглядный образ прямой линии этого не допускает, как и существование двух прямых, проходящих через одну точку и параллельных третьей.*

Ситуации, подобные этой, я и называю **неявными блокировками.** *Неявными, потому, что никто специально не формирует неправильный интуитивный образ. Обычно он является просто результатом привыкания, а затем и абсолютизации этой привычки.*

Ярким примером блокировки является «убеждение» об абсолютности прямого угла. Никто этого явно не утверждает, но почти все считают это само собой разумеющимся. Однако, скалярных произведений много, и, следовательно, прямой угол относителен. Если для одного скалярного произведения некоторый угол имеет градусную меру 1°, то для другого скалярного произведения этот же угол может быть равен 90°. Точно так же, с точки зрения одного скалярного произведения, фигура может являться окружностью, а для другого скалярного произведения – это эллипс.

Еще пример: эквивалентность геометрического и векторного языков. Это означает, что теория двумерного векторного пространства со скалярным произведением и школьный курс планиметрии говорят об одном и том же, только на разных языках. Для установления этой эквивалентности нужно, исходя из аксиом планиметрии, проверить выполнение аксиом векторного пространства, и наоборот, исходя из аксиом векторного пространства, доказать теоремы, которые в планиметрии играют роль аксиом. Разрыв здесь состоит в том, что эту эквивалентность многие просто упускают из виду.

Наконец, кто из студентов знает, что ортогональные преобразования и «школьные» движения – это одно и то же. В некоторых курсах линейной алгебры об этом сказано. В школе же часто забывают объяснить, что движение (и, кстати, подобие тоже) являются преобразованиями плоскости, и тогда, естественно, в ортогональном преобразовании невозможно узнать «старого доброго знакомого», которого только переименовали и ввели по-другому. Скажите об этом и разрыв исчезнет.

7. Ничья земля.

Образование похоже на освоение земель. Каждый чертит свою карту новой для него земли. Откуда берутся задачи? Сколько и каких задач надо решить, чтобы считать, что курс освоен? Боюсь, наши ученики даже не думают об этом, хотя, казалось бы, здесь, как в туристическом походе, они должны постоянно спрашивать, а долго ли осталось еще идти. И только тогда, когда основные реки, горы и равнины нанесены на карту (то есть, когда не осталось больших пробелов - проблем), можно начинать осваивать другую территорию.

Ничья земля – это разделы математики вроде аффинной геометрии, проективной геометрии, геометрии Лобачевского, теории систем, похожих на целые числа, но в которых разложение на простые неоднозначно и т.д. На изучение этих разделов не хватает времени ни в школе, ни в вузе, но без них нельзя представить себе полноценного математического образования. Разрыв здесь состоит в том, что в школе формируют такие навыки, которые очень затрудняют их освоение. Хороший способ устранения этих точек разрыва – исследовательские работы школьников и студентов. В результате будут ликвидированы не только «белые пятна» в образовании, но и, что еще важнее, будет выработан навык освоения новой земли.

В заключение, напомним самое главное.

8. «Математика – это язык».

Как отметил В.А. Успенский, способность отличать осмысленное от бессмысленного и истинное от ложного следует неуклонно и неназойливо прививать уже с начальных классов школы. И не является ли это главным в школьном преподавании? [3]

Список литературы

1. Бурбаки, Н. Исторический очерк к гл. I-IV

2. Журнал Математическое просвещение, третья серия, выпуск 8, 2004, с. 41.

3. Успенский, В.А. Математические беседы/В.А. Успенский. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1952.

УДК 371.56

РАЗВИТИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЫШЛЕНИЙ УЧАЩИХСЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ОБУЧЕНИЯ

Меджидова А.А., *кандидат педагогических наук,*
Заслуженный учитель Азербайджанской республики,
Азербайджанский государственный педагогический университет, г. Баку.
e-mail: aygunmecidova@gmail.com

Аннотация. *В статье затронуты вопросы следующего характера:*

- цели образовательной реформы,

- содержательные линии курса школьной математики,

- цели и задачи обучения математике на современном этапе,

- цели и задачи изучения линии «Статистика и вероятность» в курсе математики в средней школе и ее методические вопросы.

- методы и формы развития статистических мышлений учащихся.

Ключевые слова: *обучение; статистика; вероятность; содержательные линии; метод; анализ; эксперимент.*

DEVELOPMENT OF STATISTICAL THINKING OF STUDENTS AT THE PRESENT STAGE OF TRAINING

Medzhidova A.A., *Candidate of Pedagogical Sciences,*
AR Honored teacher, Azerbaijan State Pedagogical University, Baku
e-mail: aygunmecidova@gmail.com

Abstract. *The article is related to the following issues:*

- The goals of education reform,

- Content line of the course of school mathematics,

- The goals and objectives of teaching mathematics at the present stage,

- The goals and objectives of the study the line "statistics and probability" in the course of mathematics in high school and its methodological issues.

- The methods and forms of statistical thinking of students.

Key words: *learning; statistics; probability; content lines; method; analysis; experiment.*

«Новая система по обучению математике в школе ставит цель – развивать самостоятельную мыслительной деятельности учащихся и готовит их полноценной деятельности в жизни» [1].

«Основные цели обучения математике в общеобразовательной школе можно характеризовать следующим образам:

- познакомить учащихся с основами научного мировоззрения;
- познакомить учащихся с основными результатами современной науки и подготовить к самостоятельной деятельности» [1; 56].

Указанные выше цели всегда важны для общества и являются основами школьного обучения, в частном случае, обучения математике.

Известно, что еще в начале 70-х годов XX века (после реформы) в школьный курс математики были включены «факультативные курсы» и выше упомянутый раздел тоже нашел свое отражение. Эти курсы были подготовительными курсами для обновления и обогащения в дальнейшем, курса математики средней школы. На современном этапе заказы общества и задачи, стоящие перед общеобразовательными школами сильно изменились.

Главный вопрос – как реализовывать межпредметные связи (или внутри предметные) между содержательными линиями?

Статистика играет важную роль и имеет прикладное назначение и для науки, и для практической деятельности. И естественно она должна найти отражение в школьном курсе математики. Еще в первой половине XIX века статистические методы применялись в теории ошибок измерений, в биологии, в военном деле и др.

В XX веке статистическая концепция широко нашла свое применение в естествознание, в экономике, в инженерном деле.

В школьном обучении по отдельным дисциплинам ученик должен получить представление и о случайных явлениях и это первичное знакомство с миром случайных явлений, которое окажет помощь в его последующей жизни.

Еще в XVIII и в начале XIX веке детерминисты предлагали «необходимое единственно достойным научного интереса, а случайное – безразличным для науки. Это означает то, что можно подвести под законы, чего не знают, то безразлично, тем можно пренебречь. А наука должна исследовать то что мы незнаем» [2; 187].

Статистические знания прямо связаны с молекулярным строением материи. Так как хаотические движение огромных количеств части не может быть изучено обычными приемами чисто детерминистического анализа, так как число этих частиц огромное. И для познания нет необходимости знать индивидуальное движение каждой молекулы.

Следовательно, возникло необходимость выявить некоторые общие закономерности хаотического движения огромных масс молекул. Благодаря теории вероятности удалось открыть множество закономерностей массовых явлений. К таким закономерностям относятся законы Паскаля, Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и другие, которые знакомы ученикам в средней школе. Главное в этих законах – при уменьшении числа частиц, участвующих в хаотическом движении, наблюдается отклонения от этих законов. Методы теории вероятностей позволяют предсказывать, какие отклонения и как часто могут происходит.

Определение ошибок измерения и вычисления в различных ситуациях, в том числе, в экспериментах, применение статистических методов позволяют вести работу более эффективно. Со случайными событиями мы встречаемся часто, и потому современный школьник должен получить представление о случайных явлениях, событиях на уроках математики, физики, биологии, астрономии, экологии и др. Добытые знания окажут неоценимую помощь в формировании мировоззрения, в обогащении знаний. Ознакомление с такими явлениями и математическое их описание (моделирование) позволяет уйти дальше и для изучения законов окружающего нас мира. И потому включение элементов статистики и теории вероятностей в обязательный курс школьной математики и применение математического метода для изучения закономерностей случайных явлений является актуальным.

К изменению подвергаются и будут подвергаться со временем, содержание и методы обучения математике. Так как, изменяются потребности общества и ставится новые требования к школе, к образованию. К этому способствует возрастание объем информаций или объем накопленных научных знаний. Со временем периодические изменения в содержании математического образования – есть общественный заказ. Проводником нового в школьном обучении является учитель, но современном этапе – роль и обязанности учителя изменяется, соответственно ученик превращается в субъект процесса обучения. Современный учитель работает с современными учениками. Так как, новые научные знания находит дорогу в школу, что необходимо в первую очередь, знать учителю. После подготовки учителя с новым содержанием учебного материала и с новыми методами обучения можно реализовывать стратегические вопросы реформы.

В результате реформирования школьного курса математики, изменению подверглись методы и средства ее обучения. Так, с I по XI класс содержанием курса математики составляют 5 содержательных линий:

1. Числа и операции
2. Алгебра и функции
3. Геометрия
4. Измерения
5. Статистика и вероятность

Кроме 1-4 разделов, последним раздел частично присутствовал в школьном обучении, но теперь вошла в систематический курс математики.

Курс математики для каждого класса школы излагается в одном учебнике под названием «Математика» (с I по XI классов).

Содержательные линии программы носят концентрический характер изложения учебного материала. Очевидно, что учебник «Математика» для каждого класса содержит все разделы, указанных выше, но учитывается все особенности учебного процесса. Мы в этой статье выскажем свои соображения по поводу раздела «Статистика и вероятность».

Изучение указанных выше содержательных линий школьного курса математики позволяет реализовать межпредметных связей почти между всеми дисциплинами изучаемые школе.

Известно, что для проверки эффективности нововводимого учебного материала в курс любого предмета, проводится педагогический эксперимент, структура и содержание которого тесно связано с методами математической статистики и с вероятностей. Поэтому, для педагога - учителя знание основ математической статистики должно быть обязательным. Следовательно, статистические концепции и закономерности необходимы всем – рабочему, врачу, инженеру, экономисту, учителю, военному, биологу и другим.

Практически и методологически важные знания уже шестой год (начиная с первого класса) изучается в общеобразовательных школах Азербайджана. Одновременно были учтены соответствующие вопросы в учебных планах педагогических вузов. С целью полноценно реализовывать образовательную реформу в Азербайджане. «Посильное участие в этом должны играть не только математика, но и физика, химия, биология. Восприятие новых идей, означающих перестройку взглядов на природу и на управляющие ее явлениями законы, требует длительного времени и поэтому изложение этих концепций должно происходить постепенно на протяжении нескольких лет обучения» [3; 168].

Главный и актуальный вопрос дня - методический готовность учителей к успешной реализации линии «Статистика и вероятность». Так как педвузовская подготовка учителей поэтому вопросы должен быть переосмыслен с педагогико-методической точки зрения. Так, учитель обязан владеть специфической методикой, направленной на развитие особого типа мышления и формирование недетерминированных представлений у учащихся. В школе учащихся, прежде всего, необходимо ознакомить с процессом построения модели, учить их анализировать, проверять адекватность построенной модели реальным ситуациям, развивать вероятностную интуицию.

Одной из дидактических значений овладениями соответствующими знаниями статистико-вероятностного характера состоит в тесной связи отвлеченных понятий и структур с окружающим миром. Поэтому математическая деятельность учеников не должна ограничиваться изучением только готовых формул или моделей. В действительности процессы построения и истолкования моделей рассматриваются как ведущие формы учебной деятельности учащихся. Формализация и интерпретация – при этом применяется как методы исследования и очень важны при статистико-вероятностных умозаключениях. Особенность тихих заключений появляются в ходе интерпретации результатов в решения математической задачи, возникшей на базе статистической информации.

Задачи учителя – прививать ученикам критическое отношение к статистическим выводам и обобщениям, умение правильно истолковать статистическую информацию.

Отметим, что эта содержательная линия изучается поэтапно, причем на каждом этапе формируются одни и те же деятельности, но на разных уровнях и различными средствами. На каждом этапе изучаемый учебный материал постепенно усложняется, дополняется, отрабатываются ранее усвоенные и формируются новые умения и навыки.

Важным элементом этой линии является работа с данными:

- сбор данных,
- обработка,
- представление,
- анализ,
- практические выводы.

Изучение линии «Статистика и вероятность» создает благоприятную почву для эвристической деятельности учащихся на уроках математики. Опыт показывает, что ученики уделяют большой интерес статистическим экспериментом и исследованиям и высказывают свои мнения.

Реализация содержательной линии «Статистика и вероятность» еще раз убеждает учащихся в универсальности математических методов.

Наука, которая занимается всем этим называется статистика. Статистическое мышление формируется и развивается на основе связи обучения математики с жизнью.

Список литературы

1. Курикулумы по учебным предметам общеобразовательной школы, Баку, «Техсил», 2012.
2. Энгельс, Ф. Диалектика природы/ Ф. Энгельс. – М. «Политиздат», 1969.
3. Новое в школьной математике. М. «Знание», 1972.
4. Гамидов, С.С. Методика преподавания математики в I-IV классах/С.С. Гамидов. – Баку, АГНА, 2012.

УДК 372.851

АНАЛИЗ УЧЕБНИКОВ ПО МАТЕМАТИКЕ 7-11 КЛАССЫ

Музаева А.С., *магистрант*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
ayshat.muzaeva20@mail.ru

Аннотация. *Как говорил Галилей, математика – язык, на котором написана книга природы. Она нужна для развития логического и ассоциативного мышления. В данной статье проводится анализ школьных учебников по алгебре и началам математического анализа 7 – 11 классов для освоения материала. Обучение методам решения уравнений и неравенств традиционно является важнейшей частью школьного курса математики. В частности, особое внимание уделяется методам решения алгебраических уравнений высших степеней.*

Ключевые слова: *алгебраические уравнения, уравнения высших степеней, анализ учебников*

ANALYSIS OF TEXTBOOKS ON MATHEMATICS Grades 7-11

Muzaeva A. S., *the master student*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, ayshat.muzaeva20@mail.ru

Annotation. *As Galileo said, mathematics is the language in which the book of nature is written. It is needed for the development of logical and associative thinking. This article analyzes school textbooks on algebra and the beginnings of mathematical analysis in grades 7-11 for mastering the material. Teaching the methods of solving equations and inequalities has traditionally been the most important part of the school mathematics course. In particular, special attention is paid to methods for solving algebraic equations of higher degrees.*

Keywords: *algebraic equations, equations of higher degrees, analysis of textbooks*

При изучении любой новой темы в курсе школы возникает проблема изложения данной темы в школьных учебниках.

Тема «Алгебраические уравнения» рассматривается в учебнике по алгебре 7-го класса и имеет большое значение в преподавании математики. К решению алгебраических уравнений сводятся многие задачи математики. Изучая эту тему в школе, учащиеся не только учатся решать уравнения, но и имеют возможность строить математические модели реальных ситуаций. Поэтому важность умения решать алгебраические уравнения трудно недооценить.

Проведем анализ содержания теоретического материала по теме «Решение алгебраических уравнений» в учебниках алгебры 7-9 классов, а также учебники 10-11 кл, продолжающие развитие идей, заложенных авторами ранее.

В учебниках алгебры разных авторов изучение материала по решению алгебраических уравнений и его содержание имеют отличия. Имеет отличия и порядок изучения основной терминологии. Но у большинства авторов прослеживается схожая стратегия, по которой строится структура программы.

В учебниках А.Г. Мордковича 7-9 кл приводится понятие линейного уравнения с двумя переменными – это является первой ступенью к подведению учеников к понятию систем уравнений. Далее ученики подробнее изучают системы уравнений, метод подстановки и метод алгебраического сложения. Автор учебника знакомит учеников со способом решения задач с помощью систем уравнений, рассматривая математические модели реальных ситуаций, решаемых через системы уравнений. Он выделяет случаи, когда системы несовместны, неопределённы.

Ведущей линией учебника А.Г.Мордковича 10-11 кл является функционально-графическая линия.

В учебниках Ю.Н. Макарычева и др. 7-9 класса реализован функциональный подход к изложению алгебраического материала, что отражается и в терминологии: «выражения с переменными», «уравнения с переменными». Авторы неявно рассматривают выражения с переменными как функции одной или нескольких переменных. Порядок изучения понятий (выражение — уравнение — функция) оправдан и проверен временем.

Учебники Ш.А. Алимова и др. 7-9 кл в целом имеют алгоритмическую направленность. Большое внимание уделяется практическому применению изучаемого материала. Здесь другая терминология: «выражения с неизвестными», «уравнение с неизвестным». Многочлены и алгебраические дроби изучаются в рамках одного года. Линейная функция, ее график вводятся до изучения действительных чисел. Определение функции еще раз уточняется в 9 классе, там же вводится область определения функции. Понятие квадратного корня определяется в 8 классе на множестве рациональных чисел, следом изучаются иррациональные числа, и это понятие без всяких оговорок применяется в ситуации, для которой оно не определялось. Порядок следования тем легко поправить. Учебники отличаются простыми учебными текстами, в них, как и учебниках Макарычева, большое внимание уделено мотивации введения новых понятий. Объяснение нового материала чаще всего начинается с разбора решения задачи практического содержания.

На изучение темы «Алгебраические уравнения высших степеней» в учебнике «Алгебра-9» Алимова Ш.А. отводится 9 уроков, один из которых обобщающий урок.

В учебнике Ш.А. Алимова и др. 10-11 кл продолжается развитие идей, заложенных авторами в учебники для 7–9 классов. Система упражнений в учебнике расширена, выделены три уровня сложности.

Учебник А.Н. Колмогорова и др. 10-11 кл — самый первый учебник для старшей школы, написанный после реформы 60–70-х годов. Это учебник «для всех», он отличается простотой учебных текстов, имеет достаточное число пояснительных примеров. Он хорошо известен учителям. Последовательность изучения некоторых тем могла бы быть лучше. Учебник написан на высоком методическом уровне. Основные теоретические положения иллюстрируются конкретными примерами. Знакомство с начальными понятиями и методами анализа – одна из важных целей курса.

Учебники Н.Я. Виленкина и др. 10-11 кл используется в классах с углубленным изучением математики давно и хорошо известны учителям.

Исключительное место в изучении уравнений занимают квадратные уравнения, которые являются одним из основных типов алгебраических уравнений изучаемых в школьном курсе математики и специальным объектом изучения в курсе математики основной школы. От степени усвоения данной темы и от умения решать квадратные уравнения зависит дальнейшее изучение остальных типов уравнений, так как квадратные уравнения широко применяются при решении тригонометрических, показательных, логарифмических и других типов уравнений, изучаемых в школьном курсе математики.

На протяжении столетий главной задачей алгебры было указание правил решения алгебраических уравнений. С древности известны формулы для решения уравнений первой и второй степени. Итальянскими математиками Эпохи Возрождения (Кардано, Тартальe, Феррари) были найдены формулы для решения уравнений третьей и четвертой степени (они громоздки и не имеют большого практического значения). После этого в течение почти 300 лет делались безуспешные попытки решить в радикалах уравнения более высоких степеней. Только в 1826г. норвежский математик Н. Абель доказал, что в общем случае алгебраические уравнения 5 – ой степени и более высоких степеней в радикалах неразрешимы. И все же некоторые «хорошие» уравнения высших степеней можно решать, используя разложение многочлена на множители.

Результатом поиска методов решения уравнений высших степеней, неподдающихся решению способами, рассматриваемыми в школьной программе, стали способы, основанные на применении теоремы Виета (для уравнений степени $n>2$), теоремы Безу, схемы Горнера, а также формула Кардано и Феррари для решения кубических уравнений и уравнений четвертой степени.

В таблице 1 представим обзор, в каких учебниках каких авторов представлены вышеуказанные решения уравнений. Следует отметить, что решение уравнений посредством формулы Безу, схемы Горнера упоминаются в учебниках «Алгебра» за 9 класс с углубленным изучением математики. Тогда как формула Кардано, метод Феррари чаще упоминается в пособиях для вузов.

Таблица.

Обзор учебников за 7-11 классов, результатом поиска которых стали методы решения уравнений высших степеней.

	Ш.А.Алимов	А.Н. Колмогоров	Н.Я.Виленкин	Ю.Н. Макарычев
Теорема Безу	+ Алгебра 9 кл	-	+ Алгебра 9 кл с углубленным изучением математики	+ Алгебра 9 кл с углубленным изучением математики
Схема Горнера	-	-	+ Алгебра 9 кл с углубленным изучением математики	+ Алгебра 9 кл с углубленным изучением математики
Формула Кардано	- Упоминание как историческая справка	-	+ Алгебра 9 кл с углубленным изучением математики	- Упоминание как историческая справка
Метод Феррари	- Упоминание как историческая справка	-	-	- Упоминание как историческая справка

Сравнительный анализ учебников по алгебре для 7-11 классов приводился с целью выявления основных тенденций в формировании исследовательских умений школьников.

Завершить хотелось бы словами Л.Н. Толстого «Большинство жизненных задач решаются как алгебраические уравнения: приведением их к самому простому виду».

Список литературы

1. Макарычев, Ю.Н. Алгебра. 9 класс [Текст]: учеб. для общеобразоват. учреждений/ Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк, К.И. Нешков, С.Б. Суворова; под ред. С.А. Теляковского. – 18-е изд. - М: Просвещение, 2011. – 271 с

2. Мордкович, А.Г. Алгебра. 9 класс. В 2 ч. Ч. 1 [Текст]: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / А.Г. Мордкович, П.В. Семенов. – 12-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2010. – 224 с.

3. Стефанова, Н.Л. Методика и технология обучения математики. Курс лекций [Текст]: пособие для вузов/ Н.Л. Стефанова, Н.С. Подходова, В.В. Орлов и др. – М.: Дрофа, 2005. – с. 276.

УДК 512.644

РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ СРЕДСТВАМИ MICROSOFT EXCEL

***Рихтер Т.В.**, кандидат педагогических наук, доцент,*
Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, e-mail: tatyanarikhter@mail.ru

***Белоус А.В.**, студент, Пермский государственный национальный*
исследовательский университет, г. Пермь, e-mail: nastya_belous@bk.ru

***Аннотация.** В настоящее время средствами табличного процессора Microsoft Excel целесообразно реализовывать вычислительные процессы алгебры. В статье поднята проблема автоматизации решения алгебраических уравнений. Цель исследования: рассмотреть способы решения алгебраических уравнений (с помощью шаблона, циклической ссылки, подбора параметра) средствами табличного процессора Microsoft Excel, выстроить и систематизировать алгоритмы их решения. Задачи исследования: провести анализ литературы по проблеме статьи, рассмотреть способы решения алгебраических уравнений на конкретных примерах (квадратные уравнения), проверить полученные результаты графическим способом. Методами исследования выступали: теоретический анализ литературы, моделирование процессов, математические методы обработки данных. Практическая значимость проведенного исследования заключается в автоматизации способов решения алгебраических уравнений. При их решении использовались встроенные функции табличного процессора Microsoft Excel: «Подбор параметра», логические и графические возможности, применялись математические расчеты. Табличный процессор является мощным программным средством для решения различных видов математических задач, работы с математическими функциями, а также для систематизации, упорядочивания и анализа данных. Возможности Microsoft Excel огромны: моделирование различных процессов и явлений, решение алгебраических уравнений и др.*

***Ключевые слова:** алгебраические уравнения, способы решения алгебраических уравнений, табличный процессор Microsoft Excel, подбор параметра, циклическая ссылка, графический способ.*

SOLUTION OF ALGEBRAIC EQUATIONS BY MEANS MICROSOFT EXCEL

Richter T.V., *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,*
Perm State National Research University, Perm
e-mail: tatyanarikhter@mail.ru

Belous A.V., *student, Perm State National Research University, Perm*
e-mail: nastya_belous@bk.ru

Annotation. *At present, it is advisable to implement the computational processes of algebra using the Microsoft Excel spreadsheet processor. The article raised the problem of automating the solution of algebraic equations. Purpose of the research: to consider ways of solving algebraic equations (using a template, cyclic reference, selection of a parameter) using a Microsoft Excel spreadsheet processor, to build and systematize algorithms for their solution. Research objectives: to analyze the literature on the problem of the article, consider ways to solve algebraic equations using specific examples (quadratic equations), check the results obtained graphically. The research methods were: theoretical analysis of literature, modeling of processes, mathematical methods of data processing. The practical significance of this study lies in the automation of methods for solving algebraic equations. When solving them, the built-in functions of the Microsoft Excel spreadsheet processor were used: "Parameter selection", logical and graphic capabilities, mathematical calculations were used. A spreadsheet processor is a powerful software tool for solving various types of mathematical problems, working with mathematical functions, and for organizing, organizing, and analyzing data. The capabilities of Microsoft Excel are enormous: modeling various processes and phenomena, solving algebraic equations, etc.*

Keywords: *algebraic equations, methods for solving algebraic equations, Microsoft Excel spreadsheet, parameter selection, circular reference, graphical method.*

Введение. В настоящее время средствами табличного процессора Microsoft Excel целесообразно реализовывать вычислительные процессы алгебры, например, математические алгоритмы решения линейных уравнений. Его различные особенности и возможности рассмотрены в работах многих исследователей. Так, Т.А. Крамаренко, Т.В. Лукьяненко, В.А. Радонец и др. выделяют особенности использования RANGE и SELECTION в объектных моделях Microsoft Excel, С.М. Купрацевич, К.В. Шевелева и др. выявляют возможности применения табличного процессора при решении экономических задач, М.Е. Зыкова, Г.И. Кабадько и др. анализируют Microsoft Excel применительно к образовательной деятельности, Л.В. Курзаева, Т.В. Макарова и др. характеризуют электронные таблицы как средство обработки данных социологических исследований. Также табличный процессор Microsoft Excel позволяет выполнять операции, связанные с автоматизацией итоговых вычислений, решением задач с параметрами, обработкой результатов экспериментов, табулированием функций и формул. [1, с. 160].

Различным аспектам использования Microsoft Excel при численном решении математических задач посвящены исследования Л.М. Алиевой, Д.В. Здора, К.М. Мырзакуловой, И.Э. Островской, И.И. Пивоваровой, В.К. Пчельника, Е.В. Савельевой, О.А. Сдвижкова, В.Е. Чернышова и др.

К.М. Мырзакулова рассматривает модель решения линейных алгебраических уравнений в электронной таблице Excel методом обратной матрицы. Она утверждает, что вычислительные функции табличного процессора возросли, очевидны характерные особенности, присущие данной программе как рабочему инструменту, используемому в научно-исследовательской работе, образовании, повседневных инженерных задачах, бизнесе [2].

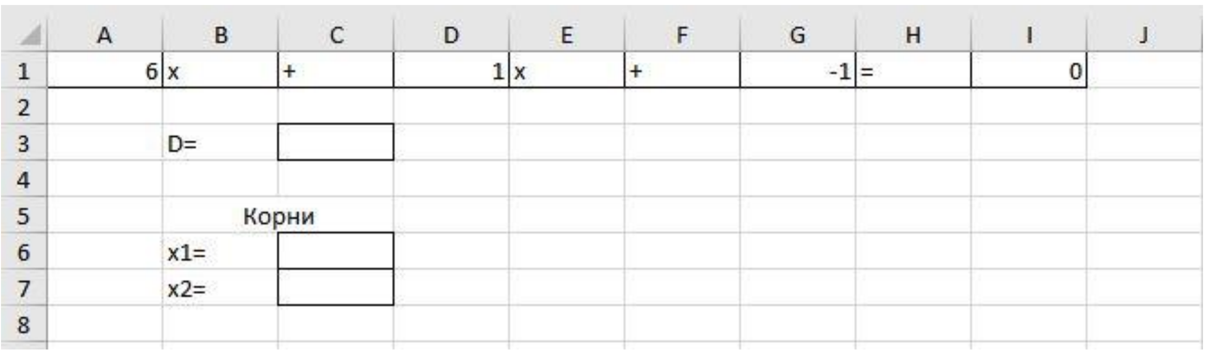
Цель исследования: рассмотреть способы решения алгебраических уравнений (с помощью шаблона, циклической ссылки, подбора параметра) средствами табличного процессора Microsoft Excel, выстроить и систематизировать алгоритмы решения.

Методика и организация исследования. Методами исследования выступали: теоретический анализ литературы, моделирование, математические методы обработки данных.

Результаты исследования и их обсуждение. С помощью электронных таблиц можно решать алгебраические уравнения тремя способами: с помощью шаблона, циклической ссылки, подбора параметра. Рассмотрим процесс решения на конкретных примерах:

1. Решение алгебраических уравнений с помощью шаблона

Решим квадратное уравнение вида $ax^2 + bx + c = 0$. Исходные данные заносятся в таблицу (рис. 1).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	6	x	+	1	x	+	-1	=	0	
2										
3		D=								
4										
5		Корни								
6		x1=								
7		x2=								
8										

Рис. 1. Исходные данные

Для числового вычисления дискриминанта в ячейку С3 вставляется формула: D1^2-4*A1*G1.

Для вычисления корней проверяется дискриминант на неотрицательность. Для этого в ячейку С6 с первым корнем вставляется формула: ЕСЛИ(C3>=0;(-1*D1+КОРЕНЬ(C3))/(2*A1); ""). В ячейку С7 вставляется эта же формула, только со знаком минус: ЕСЛИ(C3>=0;(-1*D1-КОРЕНЬ(C3))/(2*A1); "").

Результат представлен на рис. 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	6	x	+	1	x	+	-1	=	0	
2										
3		D=	25							
4										
5		Корни								
6		x1=	0,333333							
7		x2=	-0,5							
8										

Рис. 2. Результаты вычислений

Проверяются результаты решения уравнения графическим способом (рис. 3).

x	y
-6	209
-5,5	175
-5	144
-4,5	116
-4	91
-3,5	69
-3	50
-2,5	34
-2	21
-1,5	11
-1	4
-0,5	0
0	-1
0,5	1
1	6

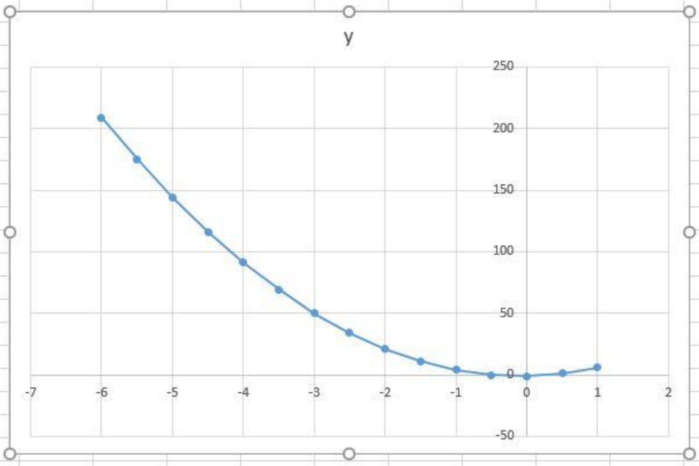


Рис. 3. Проверка результатов решения графическим способом

2. Решение алгебраических уравнений с помощью циклической ссылки

Решим квадратное уравнение вида $ax^2 + bx + c = 0$. Исходные данные заносятся в таблицу (рис. 4).

	A	B	C	D	E
1					
2			-x^2+7x-10=0		
3					
4			Хнач=	-5	
5			Хтекущ=	2	
6			F(Хтекущ)=	0	

Рис. 4. Исходные данные

В ячейку D4 вставляется начальное приближение – 5.

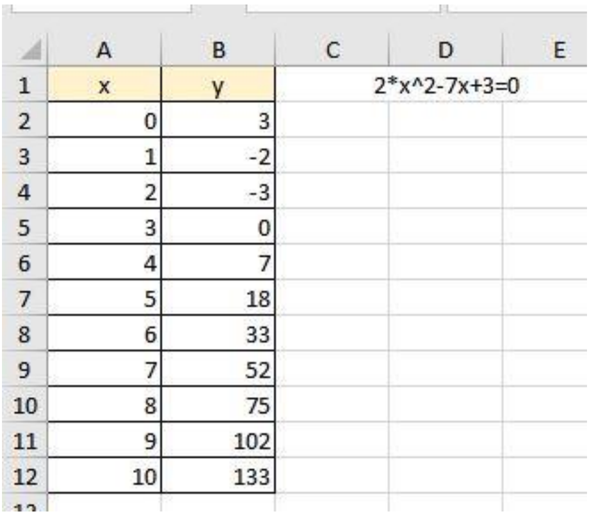
В D5 записывается формула: =ЕСЛИ(D5=0;D4;D5-(-1*D5^2+7*D5-10)/(-2*D5+7)), где используется рекуррентная формула, задающая вычисления по методу Ньютона с помощью функции и её производной.

В ячейку D6 помещается формула для нахождения значения функции в вычисленной на предыдущем шаге точке.

Для изменения начального приближения изменяется значение ячейки D4. Нажатие клавиши Enter позволит продолжить вычисления с новым приближением.

3. Решение алгебраических уравнений с помощью подбора параметра

Решим квадратное уравнение вида $ax^2 + bx + c = 0$. Исходные данные заносятся в таблицу (рис. 5).

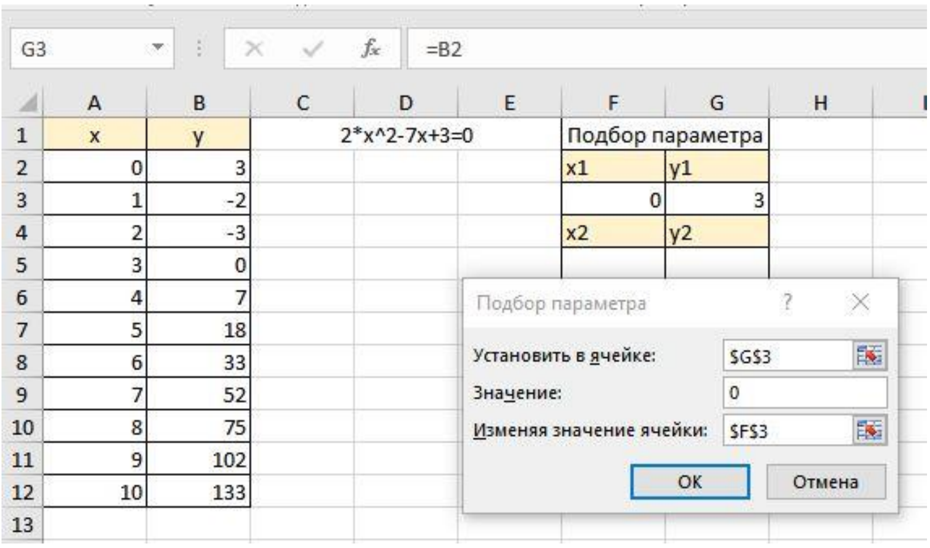


	A	B	C	D	E
1	x	y		2*x^2-7x+3=0	
2	0	3			
3	1	-2			
4	2	-3			
5	3	0			
6	4	7			
7	5	18			
8	6	33			
9	7	52			
10	8	75			
11	9	102			
12	10	133			

Рис. 5. Исходные данные

Заполняется таблица значений функции, чтобы узнать интервалы, в которые попадут корни данного уравнения.

Из таблицы видно, что первый корень будет на промежутке от 0 до 1. Данные выносятся в отдельную таблицу. С помощью функции «Подбора параметра» находится первый корень (рис. 6). Второй корень находится аналогично (рис. 7).



G3 =B2

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	x	y		2*x^2-7x+3=0		Подбор параметра		
2	0	3				x1	y1	
3	1	-2				0	3	
4	2	-3				x2	y2	
5	3	0						
6	4	7						
7	5	18						
8	6	33						
9	7	52						
10	8	75						
11	9	102						
12	10	133						
13								

Рис. 6. Нахождение первого корня уравнения

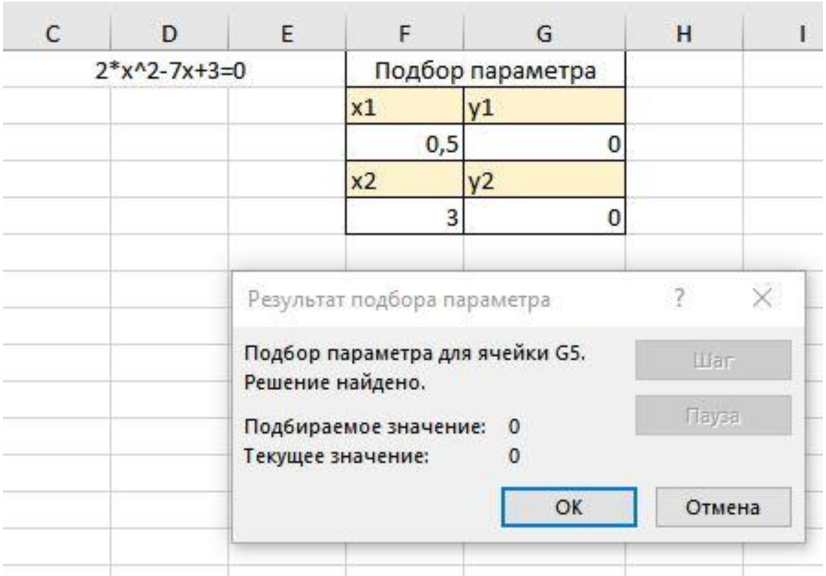


Рис. 7. Нахождение второго корня уравнения

Выводы.

Таким образом, табличный процессор Microsoft Excel является мощным программным средством для решения различных видов математических задач, работы с математическими функциями, а также для систематизации, упорядочивания и анализа данных. Можно констатировать тот факт, что возможности табличного процесса Microsoft Excel огромны: моделирование различных процессов и явлений, решение алгебраических уравнений и др.

Список литературы

1. Гусева, Е.Н., Дегтярева, К.С. Компьютерное моделирование в табличном процессоре MICROSOFT EXCEL // Актуальные проблемы современной науки в 21 веке: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции. Изд-во: Общество с ограниченной ответственностью «Апробация» (Махачкала), 2017. – С. 159-162.

2. Мырзакулова, К.М. Компьютерная модель решения линейных алгебраических уравнений методом обратной матрицы в электронной таблице Excel // Современная психология и педагогика: проблемы и решения: сборник статей по материалам VII международной научно-практической конференции. – Изд-во: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга» (Новосибирск), 2018. – С. 32-37.

УДК 378.1

О КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ОСНОВАХ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Семенова И.Н., *доцент, кандидат педагогических наук,*
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,
Екатеринбург, e-mail: semenova_i_n@mail.ru

Аннотация. *В рамках достижения цели, состоящей в построении концептуальных основ развития системы методов подготовки студентов при информационной и коммуникационной глобализации в условиях цифровизации образования, поставлена задача выделения общего подхода, который позволяет установить причины, влияющие на обновление методов профессионального обучения классической дидактики. В качестве такого подхода предложен парадигмальный подход, который позволяет выделить факторы, надежно определяющие вектор развития системы методов обучения при парном соотнесении ресурсов и условий социальной, экономической, духовно-нравственной, педагогической и технической сфер.*

Ключевые слова*: парадигма, дидактическая среда, методы обучения, информационно-коммуникационные технологии, цифровизация образования.*

ABOUT THE CONCEPTUAL BASIS OF BUILDING THE SYSTEM OF TEACHING METHODS OF HIGHER SCHOOL IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF EDUCATION

Semenova I.N.*, associate professor, candidate of pedagogical sciences e-mail:*
Ural State Pedagogical University, Russia, Yekaterinburg,
semenova_i_n@mail.ru

Annotation. *As part of achieving the goal of building the conceptual foundations for the development of a system of methods for training students in information and communication globalization in the context of digitalization of education, the task is to highlight a general approach that allows us to establish the factors influencing the renewal of professional training methods of classical didactics. As such an approach, a paradigmatic approach is proposed, which allows us to establish factors that reliably determine the vector of development of the system of teaching methods with a pair correlation of resources and conditions of the social, economic, spiritual, moral, pedagogical and technical spheres.*

Keywords*: paradigm, didactic environment, teaching methods, information and communication technologies, digitalization of education.*

Введение.

В условиях перестройки стереотипов активности в профессиональном поведении человека образованность специалиста «в мире перемен» включает умение сознательной ориентировки при изменении ситуации, а также грамотного и эффективного использования потенциала различных средств для достижения личной успешности. Сегодня вектор изменения ситуации задается разнообразием развития информационно-коммуникационных технологий (далее ИКТ), в частности – цифровизацией в различных сферах, сущность, удобство и проблемы реализации которой активно проявились в условиях пандемии. Сказанное обусловливает особую специфику в заказе общества и государства к системе высшего образования при подготовке специалистов различных специальностей (например, для педагогической специализации [7], [13]) и требует интегративной разработки новой методологии, технологии и практики создания научно-методического, учебно-методического и программно-технологического обеспечения. Это обеспечение, будучи ориентированным на реализацию дидактических возможностей современной образовательной среды, должно характеризоваться динамичным усилением цифровизации и выступать гарантом стабильной профессиональной конкурентоспособности выпускника.

Для изучения, прогнозирования и выделения особенностей этого обеспечения в работах современных авторов, которые обсуждают аспекты методологической составляющей при отборе содержания и структурировании профессионального образования в контексте философских, социологических, исторических, акмеологических и педагогических исследований, укажем два генеральных направления***:***

1) историко-философский аспект проблемы поиска оснований для объединения мира и человека.

Используя в этом направлении различные подходы для педагогического моделирования (системно-целостный, ментально-эмоциональный, социально-географический, дистанционный и др., локально-постерный и др.), авторы (в частности, T. Evans, Л.А. Санкин) указывают на необходимость изменения образовательной среды при подготовке студента к осуществлению современной профессиональной деятельности. Выделяя разные профили для изменения образовательной среды практически все исследователи (например, М.Л. Груздева и др.) всякий раз в явной или имплицитной форме имеют в виду методы обучения.

2) социально-педагогический аспект проблемы поиска оснований для объединения мира и внутреннего индивидуального мира человека.

В рамках этого направления авторы выделяют значимость распространения ИКТ в контексте перехода от информатизации к цифровизации и, далее, – к интеллектуализации [2] в различных сферах человеческой деятельности.

При этом А.А. Андреевым, Я.А. Ваграменко, И.В. Роберт и др. проведены исследования образовательного потенциала взаимодействия обучающихся с электронными ресурсами педагогического назначения, результаты которых позволяют указать новые характеристики и свойства развивающейся дидактической среды. Наложение этих характеристик и свойств на методическую систему определяет значимость обновления методов обучения, направленность которого выделяется авторами при разных необходимых основаниях, но в большинстве случаев без подробного и строгого изучения достаточности позиций.

Интеграция приведенных положений позволяет обосновать актуальность развития методологии для теории и методики профессионального образования при исследовании в современной образовательной (и дидактической) среде методов обучения.

Цель исследования: выделить подход, позволяющий получить результаты для решения проблемы, связанной с построением системы методов обучения при подготовке студентов различных профессий в ситуации расширения диапазона профессиональных функций с учетом реализации цифровизации образования.

Методика и организация исследования.

При исследовании сущности обновления методов обучения в первую очередь обратимся к исследованиям, раскрывающим взаимосвязь изменения способов деятельности обучающего и обучающегося с элементами дидактической среды. Сопоставительный анализ результатов, полученных в разное время при выделении влияния на методы обучения таких элементов дидактической системы как: цели (например, В.П. Беспалько [1]), содержание и его организация (например, М.И. Жалдак [3]), средства (например, Т.Г. Везиров [6]), формы (например, М.В. Лапенок [5]), режимы коммуникации (например, Р. Явич [14]), позволяет зафиксировать динамику усиления зависимости методов обучения от развития ИКТ. В дополнение к результатам теоретических работ в отечественной дидактике создана практическая база для выделения специфических методов обучения в условиях обновления информационно-коммуникационных технологий, за счет цифровизации, при осуществлении в процессе обучения специфической деятельности, например, мониторинга, технической поддержки управления учебной деятельностью и др.

Однако, в ситуации кризиса дидактики, обсуждение которого активно ведется уже около тридцати лет (например, Б.Е. Стариченко [12]), выделение новых и обновление разработанных методов обучения при изучении их связей с другими элементами дидактической среды с позиции классической дидактики, сформированной в определенных технических ограничениях, является недостаточно полным и корректным. В указанных условиях исследование сущности обновления и механизма появления новых методов обучения в «компьютерной» или «цифровой» дидактике, которая снимает ограничения применимости классической дидактики за счет использования современных информационно-коммуникационных средств, позволяет поставить вопрос о достижимости необходимой полноты и строгости. Однако:

1) анализ и сопоставление описанных в литературе систем, с разной степенью полноты отражающих структуру современной дидактической среды,

определяют вывод об отсутствии в теории такой методической системы, которая бы комплексно учитывала зафиксированные в исследованиях характеристики: постоянное изменение средств ИКТ, которые выполняют функции, составляющие содержательную часть образовательной деятельности субъектов информационной среды; рост избыточности информации; возможность получения нормированной и ненормированной информации для удовлетворения всех информационных потребностей обучающегося; развитие форматов и режимов взаимодействия субъектов и объектов (в том числе цифровизация и интеллектуализация образования);

2) в контексте результатов историко-философского направления выделение перспектив развития методов профессионального обучения на основе учета только внутренних связей элементов дидактической среды, даже при установлении полной совокупности ее современных характеристик, остается проблематичным. Эта проблематичность связана: с многоаспектностью статуса методов обучения в разных сферах деятельности (социальной, экономической, образовательной, профессиональной), в разных образовательных структурах (образовательном пространстве, дидактической среде, методической системе), на разных уровнях предметности (научно-педагогическом, научно-методическом, практико-ориентированном); со взаимообусловленностью особенностей методов при их функционировании на разных ступенях образования; с постоянным влиянием на дидактическую среду изменений в ментальном базисе, определяющем поведение индивида (например, при сравнении установок сетевого Y-поколения и цифрового Z-поколения); с изменением в образовательной политике, с динамикой глобальных общественных процессов.

На основе интеграции сказанного мы формулируем положение о том, что для всестороннего выделения сущности и причин обновления методов обучения построение знаний должно быть проведено в системе результатов, связанных с исследованием развития методов обучения как социально-исторической категории. В рамках следования сформулированному положению нами поставлена задача выбора методологии научного исследования, основным критерием которого является максимально точная фиксация объективных изменений в структуре знаний и возможность преодоления возникающих в исследовательской работе затруднений.

Выбор требуемой методологии определил учет того, что построение современного определения понятия «метод обучения» как вида социальной деятельности в образовательном процессе может быть проведено с опорой на накопленный опыт в контексте исторической, экономической, культурной, этнической и др. обусловленностей, то есть в рамках общенаучного подхода к описанию событий. На основе сравнения прогнозов применения геополитического подхода (всемирный подход, либеральное направление), цивилизационного подхода (локальный подход) и подхода с позиции исторического материализма (всемирный подход, марксистское направление), мы показали (в частности, в [15]), что их использование не позволяет выделить механизм дальнейшего рационального анализа сложившихся систем методов при изменении в определенном наборе базовых посылок, составляющих элементы педагогического процесса в ИК-пространстве, в частности, в условиях цифровизации.

Результаты исследования и их обсуждение.

Проведенное нами исследование позволяет утверждать, что состояние специально организованных наборов методов обучения как подсистемы предмета образовательной деятельности и законы изменения этих состояний во времени должны изучаться на основе выполнения требований непротиворечивости и достоверности в контексте связей и во взаимосвязи с эволюцией всех надсистем педагогической науки (культурных традиций, религиозно-мифологического опыта освоения мира, социального заказа общества и государства, уровнем технического и информационного оснащения, развитием науки и стилем мышления, доминирующим в науке, и др.). Такая возможность появляется при использовании парадигмального подхода (Т.С. Кун, [4]). Применение этого подхода к исследованию процесса обучения при введении категориального объекта «педагогическое поле» в ИК-пространстве определяет следующие сферы для выделения стойких характеристик, определяющих обновление методов в условиях цифрового обучения: социальная, духовно-нравственная, экономическая, техническая и педагогическая [8]. При исследовании сущностного влияния этих сфер на современные методы обучения предложено следующее соотнесение между компонентами матрицы и содержанием: концептуально-методологическая – метафизическая часть; психолого-педагогическая – метафизическая часть; материально-техническая – ценностная установка; предметно-методическая – общепринятые образцы; субъектно-управленческая – признанные примеры.

Для преодоления неопределенности при использовании представленного исторического материала в качестве инструмента получения силлогических выводов о причинах изменений и особенностях методов обучения в единице «компонента матрицы – содержание» нами проведено парное сопоставительное соотнесение факторов выделенных сфер. Результат сопоставления дал нам возможность не только фиксировать и реконструировать исторически сложившиеся совокупности методов обучения, но и в «матричной технологии» исследовать те причинно-следственные связи, которые существенным образом оказывают влияние на их изменения в педагогическом поле. При этом установлено: выделение парадигм методов обучения выполняет две основные функции – познавательную и нормативную, задавая принципы познавательной деятельности, а также формы реализации этих принципов в рамках каждой установленной парадигмы; определяющим фактором изменения методов является вектор динамики обогащения ИК-пространства, определяемый развитием информационно-коммуникационных технологий. Структура концептуальной модели системы современных методов обучения студентов, получающих профессиональное образование в условиях его цифровизации, задается фактором включения информационно-коммуникационных технологий при установлении связи элементов дисциплинарной матрицы на основе методики использования ИКТ в обучении, содержащей:

- принципы (методологическая составляющая научного знания методики использования ИКТ в обучении, подробно в [10]),
- понятийный аппарат (логико-лингвистическая составляющая научного знания методики использования ИКТ в обучении, подробно в [10]),
- дидактическую конструкцию методов обучения с выделением их классов по новым основаниям – характер работы с информацией, режим общения индивида с информацией, вид познавательного процесса как деятельности с информацией в предметной области и др. (технологическая составляющая научного знания методики использования ИКТ в обучении, подробно в [9]),
- методы обучения, полученные при профессионально-содержательной конкретизации компонентов дисциплинарной матрицы локальной парадигмы методов обучения в ИК-пространстве (содержательная составляющая научного знания методики использования ИКТ в обучении, примеры в [11]).

Выводы.

Подготовка современных конкурентоспособных специалистов в «мире перемен» требует обновления методов обучения, специфичность которого задается как изменениями в деятельности субъектов и диапазоне функционирования объектов образовательного процесса, так и наполненностью других сфер человеческой деятельности. Для корректного установления определяющего влияния на изменение методов обучения необходимо выделение стойких факторов, приводящих к преобразованиям в дидактической среде, которая характеризуется особыми нормативными ресурсами (объемом опыта, принятыми концепциями, ментальными установками, техническим оснащением и др.). Одним из таких факторов является цифровизация различных сфер деятельности современного индивида (бытовой, социальной, образовательной и др.). Требуемое установление возможно проводить в информационно-коммуникационном пространстве при использовании парадигмального подхода. Именно этот подход, учитывающий совокупность ценностей, убеждений и технических средств, принятых научным сообществом, которое обеспечивает поддержку научных традиций, при выделении парадигмы как более широкой категории философии по отношению к научной теории за счет включения в себя тех изменений в научном знании, которые произошли благодаря изменению формата общения, новым способам рассуждений и формам представления, позволяет решить задачи сущностного и прогностического характера, связанные с обновлением методов обучения в современной цифровой среде.

Список литературы

1. Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – Текст непосредственный / В.П. Беспалько.– Москва : Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2002. – 352 с.

2. Бороненко, Т. А. Модернизация педагогического образования в условиях цифровой трансформации. – Текст непосредственный / Т.А. Бороненко, В. С. Федотова // Высшее образование: проблемы и трансформации: коллективная монография / отв. ред. А.Ю. Нагорнова. – Ульяновск: Зебра, 2019. – С. 403–411.

3. Жалдак, М. И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук 13.00.08. – Текст непосредственный / М. И. Жалдак. – Москва, 1989. – 38 с.

4. Кун, Т. Структура научных революций. – Текст непосредственный / Т. Кун. – Москва : Прогресс, 1977. – 300 с.

5. Лапенок, М. В. Научно-педагогические основания создания и использования электронных образовательных ресурсов информационной среды дистанционного обучения: автореф. дисс… докт. пед. наук: 13.00.02. – Текст непосредственный / Лапенок М. В. – Москва, 2014. – 43 с.

6. Образовательные интернет-порталы как средство формирования профессиональной компетентности студентов бакалавров: монография. – Текст непосредственный / Э.Р. Гузуева, Т.Г. Везиров. – Грозный : из-во ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет». – 2016. – 128 с.

7. Профессиональный стандарт педагога. – Текст электронный. – URL: https://www.pro-personal.ru/article/1085180-17-m7-professionalnyy-standart-pedagoga (дата обращения 14.06.21).

8. Семенова, И. Н. Наполнение матрицы «современной» парадигмы для выделения значимых методов обучения при подготовке педагогических кадров. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин, Е.Н. Эрентраут // Педагогическое образование в России. – 2019. – №9. – С. 122–128.

9. Семенова, И. Н. Дидактический конструктор для проектирования моделей электронного, дистанционного и смешанного обучения в вузе. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2014. – №8. – С. 68–74.

10. Семенова, И. Н. Методика использования информационно-коммуникационных технологий: Методология использования образовательных технологий: учебное пособие. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин // Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2013. – 144 с.

11. Семенова, И. Н. Наполнение содержательно-деятельностной компоненты методики подготовки студентов педагогических специальностей к формированию у обучающихся компетенций цифровой экономики. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 1. – С. 87–93.

12. Стариченко, Б. Е. Настало ли время новой дидактики? – Текст непосредственный / Б.Е. Стариченко // Образование и наука. – 2008. – № 4. – С. 117–126.

13. ФГОС ВО (3++) по направлениям бакалавриата «Образование и педагогические науки». – Текст электронный. – URL: http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24/94 (дата обращения 12.06.21).

14. Явич, Р. П. Управление математической подготовкой студентов технического вуза на основе телекоммуникационных технологий: дис… канд. пед. наук: 13.00.02. – Текст непосредственный / Явич Р. П. Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2008. – 189 с.

15. Semenova I. N. Methodology of teaching mathematics methods designing in the modern educational paradigm . – Текст непосредственный. – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2014. – 156 p.

УДК 371

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ: ВВЕДЕНИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ, МИНИМИЗАЦИЯ

Холбоев А.Г., *младший научный сотрудник,*
Институт математики имени В.И. Романовского, Узбекистан, Ташкент
e-mail: azamatholboyev@gmail.com

Буранов Ж.И., *главный преподаватель,*
академический лицей имени Ислама Каримова Ташкентского государственного технического университета, Узбекистан, Ташкент
e-mail: juventus88.60.94@mail.ru

Аннотация: *в статье приводятся алгебраические выражения, при котором решается геометрически, ввод декартова системы координат, позволяет, нам определить расположение точек и найти наименьшее расстояние, минимизировав ее. Применяя, данный метод мы показываем, демонстративные задачи, которые встречается в геометрии, и находим минимальные значения расстояние их сумм.*

Ключевые слова: *геометрия, декартова система координат, симметрия, минимизация, наименьшее значение.*

SPECIAL TASKS TO BE SOLVED: INTRODUCTION OF THE COORDINATE SYSTEM, MINIMIZATION

Holboev A.G., *Junior Researcher,*
V.I. Romanovsky Institute of Mathematics, Uzbekistan, Tashkent
e-mail: azamatholboyev@gmail.com

Buranov J.I., *head teacher,*
Academic Lyceum named after Islam Karimov of Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent, e-mail:juventus88.60.94@mail.ru

Abstract: *the article presents algebraic expressions, in which it is solved geometrically, the input of a Cartesian coordinate system allows us to determine the location of points and find the smallest distance by minimizing it. Using this method, we show demonstrative problems that occur in geometry and find the minimum values of the distance of their sums.*
Keywords: *geometry, coordinate system, symmetry, minimization, smallest value.*

Введение. Мы покажем, как решить одну геометрическую задачу, приведенную ниже в этой статье, а затем решить несколько различных задач, используя подтверждение этой задачи (ниже).

Пусть нам даны две разные точки A и B на плоскости (в пространстве). Возьмем произвольную точку C, отличную от заданных точек A и B. Найдем наименьшее значение суммы расстояний от точки C до точек A и B ($\min\{AC+BC\}$, где MN-расстояние между точками M и N) и положение точек точки C, которое достигает наименьшего значения.

Цель исследования. Так как решение этой геометрической задачи не является сложным, то возьмем решение таким образом. Решение вышеприведенной геометрической задачи, $\min\{AC+BC\}=AB$ т. е. AB равно длине отрезка. Место точек точки C, достигающей наименьшего значения AB, будет состоять из внутренних точек сечения.

Методика и организация исследования

Сейчас мы решим несколько задач, применив их на практике.

Задача 1. Найти наименьшее значение этого $\sqrt{x^2-4x+13}+\sqrt{x^2-8x+41}$ выражения.

Решение. Вначале запишем выражение в виде $\sqrt{(x-2)^2+3^2}+\sqrt{(x-4)^2+5^2}$. Введем декартову систему координат на плоскости и определим точки $A=(2;3),\ B=(4;5),\ C=(x;0)$. Где A и B - неподвижные точки, а C - переменная точка на оси абсцисс OX. Точки $A'=(2;-3),\ B'=(4;-5)$ являются точками, симметричными относительно оси абсцисс OX к точкам A и B соответственно (рис.1). Расстояние между двумя точками равно $AC=\sqrt{(x-2)^2+3^2},\ BC=\sqrt{(x-4)^2+5^2}$ по формуле. Значение, которое нужно найти в задаче $\min\{AC+BC\}$. Поскольку точка C изменяется на оси OX, а точки B, B' являются симметричными точками относительно оси OX, равенство $BC=B'C$ и $\min\{AC+BC\}=\min\{AC+B'C\}$ уместно.

Так как точки A и B' находятся по обе стороны от оси OX, то отрезок AB' пересекает ось OX в одной точке. Применяя приведенную выше задачу, значение $\min\{AC+B'C\}$, будет равно длине отрезка AB', т.е. $\min\{AC+B'C\}=AB'=\sqrt{4+64}=2\sqrt{17}$. Отсюда следует, что наименьшее значение выражения $\sqrt{(x-2)^2+3^2}+\sqrt{(x-4)^2+5^2}$ равно $2\sqrt{17}$.

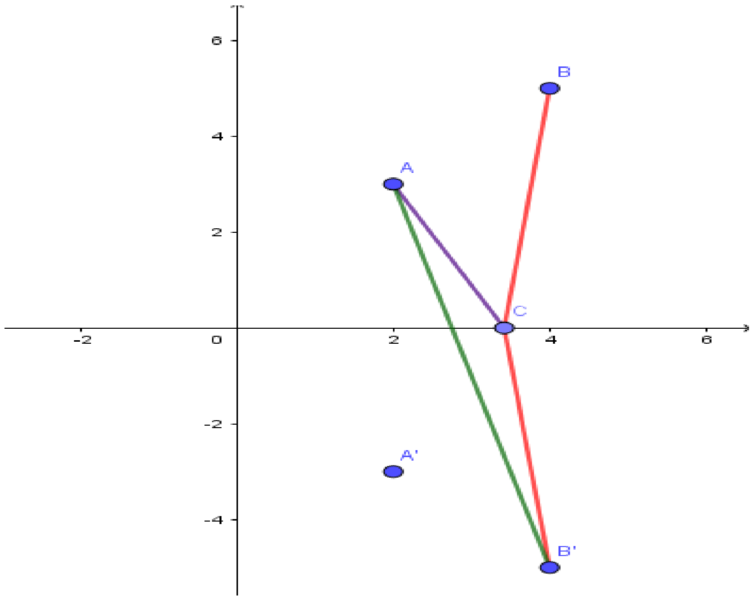


Рис.1

Задача 2. Найти наименьшее значение этого $\sqrt{x^2+y^2+6x+2y+10}+\sqrt{x^2+y^2-2x-8y+17}$ выражения.

Решение. Обозначим $A=(-3;-1)$, $B=(1;4)$, $C=(x;y)$ точек в декартовой системе координат, предварительно записав выражение в виде $\sqrt{(x+3)^2+(y+1)^2}+\sqrt{(x-1)^2+(y-4)^2}$. Где A и B неподвижные точки, а C-переменная точка (рис.2). Расстояние между двумя точками равно $AC=\sqrt{(x+3)^2+(y+1)^2}$, $BC=\sqrt{(x-1)^2+(y-4)^2}$ по формуле. Значение, которое нужно найти в задаче $\min\{AC+BC\}$. Поскольку точка C является произвольной, то, применяя приведенную выше задачу, значение $\min\{AC+BC\}$ будет равно длине отрезка AB, т.е. $\min\{AC+BC\}=AB=\sqrt{16+25}=\sqrt{41}$. Отсюда следует, что наименьшее значение выражения $\sqrt{x^2+y^2+6x+2y+10}+\sqrt{x^2+y^2-2x-8y+17}$ равно $\sqrt{41}$.

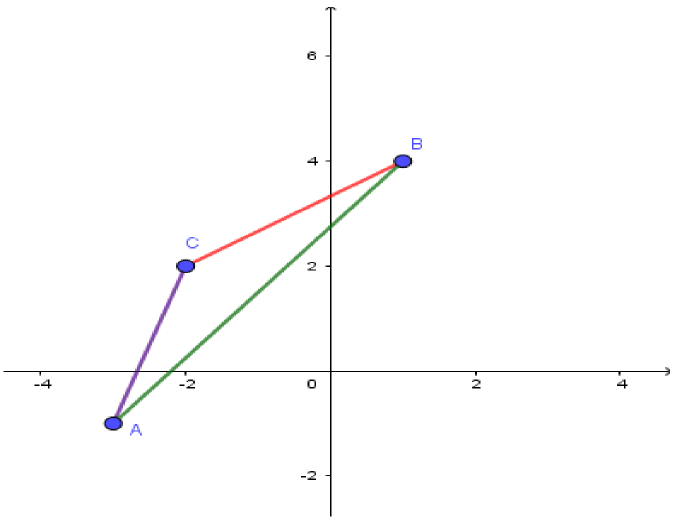


Рис.2

Задача 3. Найти наименьшее значение этого $\sqrt{2x^2+18}+\sqrt{2x^2-2x+5}$ выражения.

Решение. Запишем выражение в виде $\sqrt{(x-3)^2+(x+3)^2}+\sqrt{(x-2)^2+(x+1)^2}$. Вводя декартову систему координат на плоскости и определим точки $A=(3;-3),\ B=(2;-1),\ C=(x;x)$. Где A и B - неподвижные точки, а точка C меняется на прямой $y=x$. Точки $A'=(-3;3),\ B'=(-1;2)$ являются точками, симметричными относительно прямой $y=x$ к точкам A и B соответственно (рис.3).

Расстояние между двумя точками равно $AC=\sqrt{(x-3)^2+(x+3)^2},\ BC=\sqrt{(x-2)^2+(x+1)^2}$ по формуле. Значение, которое нужно найти в задаче $\min\{AC+BC\}$. Так как точка C меняется на прямой $y=x$, а точки A' и B находятся по обе стороны от прямой $y=x$, то отрезок $A'B$ пересекает прямую $y=x$ в одной точке. Применяя приведенную выше задачу, значение $\min\{AC+BC\}$ будет равно длине отрезка $\min\{AC+BC\}=A'B=\sqrt{16+25}=\sqrt{41}$. Отсюда следует, что наименьшее значение выражения $\sqrt{2x^2+18}+\sqrt{2x^2-2x+5}$ равно $\sqrt{41}$.

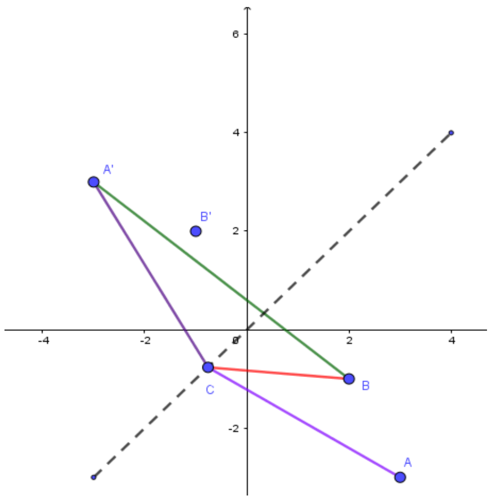


Рис.3

Задача 4. Найти наименьшее значение этого $\sqrt{2\cos\alpha+2\sin\alpha+3}+\sqrt{5-4\cos\alpha}$ выражения.

Решение. Обозначим $A=(-1;-1)$, $B=(2;0)$, $C=(\cos\alpha;\sin\alpha)$, $\alpha\in[0;2\pi]$ точками, так как $\sqrt{(\cos\alpha+1)^2+(\sin\alpha+1)^2}+\sqrt{(\cos\alpha-2)^2+(\sin\alpha-0)^2}$. A и B - неподвижные точки, при этом точка C меняется на единичном окружности, центр которой находится в начале координат (рис.4). Расстояние между двумя точками равно $AC=\sqrt{(\cos\alpha+1)^2+(\sin\alpha+1)^2}$, $BC=\sqrt{(\cos\alpha-2)^2+(\sin\alpha-0)^2}$ по формуле. Поскольку отрезок AB пересекает окружность, то, применяя приведенную выше задачу, значение $\min\{AC+BC\}$ будет равно длине отрезка $\min\{AC+BC\}=AB=\sqrt{9+1}=\sqrt{10}$. Отсюда следует, что наименьшее значение выражения $\sqrt{2\cos\alpha+2\sin\alpha+3}+\sqrt{5-4\cos\alpha}$ равно $\sqrt{10}$.

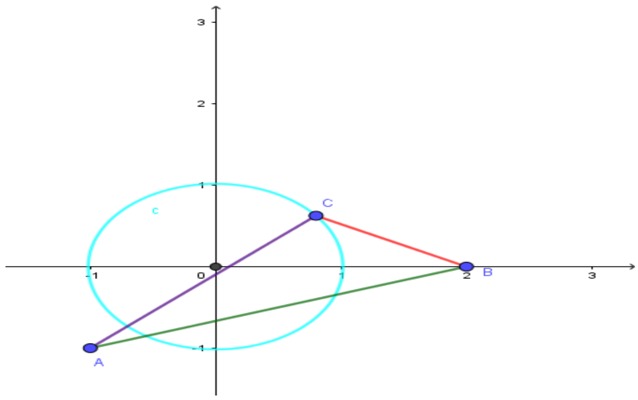


Рис.4

Результаты исследования и их обсуждение

Теперь, продемонстрируем применение вышеупомянутую задачу к геометрическим задачам.

Задача 5. Сторона правильного треугольника ABC равна a. На стороне BC взята точка D и равно $CD = b, a > b$. На стороне треугольника AB берется точка E и соединяется с точками C и D. Найти наименьшее значение суммы расстояний EC и ED.

Решение. Правильный треугольник ABC в системе декартовых координат располагается так: $A = (-\frac{a}{2}; 0), B = (\frac{a}{2}; 0), C = (0; \frac{\sqrt{3}a}{2})$ (рис.5). Положение точек D и E будет распространяться на $D = (\frac{b}{2}; \frac{\sqrt{3}(a-b)}{2}), E = (x; 0),\ x \in \left(-\frac{a}{2}; \frac{a}{2}\right)$.

Точка $C' = (0; -\frac{\sqrt{3}a}{2})$ симметрична относительно оси Ox относительно точки $C = (0; \frac{\sqrt{3}a}{2})$. Отсюда следует, что из равенства $EC = EC'$ следует, что $EC + ED = EC' + ED$. Теперь, если мы определим значение $\min\{EC' + ED\}$ вышеуказанным способом, оно будет равно $\min\{EC' + ED\} = C'D$. Значит $\min\{EC' + ED\} = C'D = \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{3(4a^2 - 4ab + b^2)}{4}} = \sqrt{3a^2 - 3ab + b^2}$ и $\min\{EC + ED\} = \sqrt{3a^2 - 3ab + b^2}$ равны.

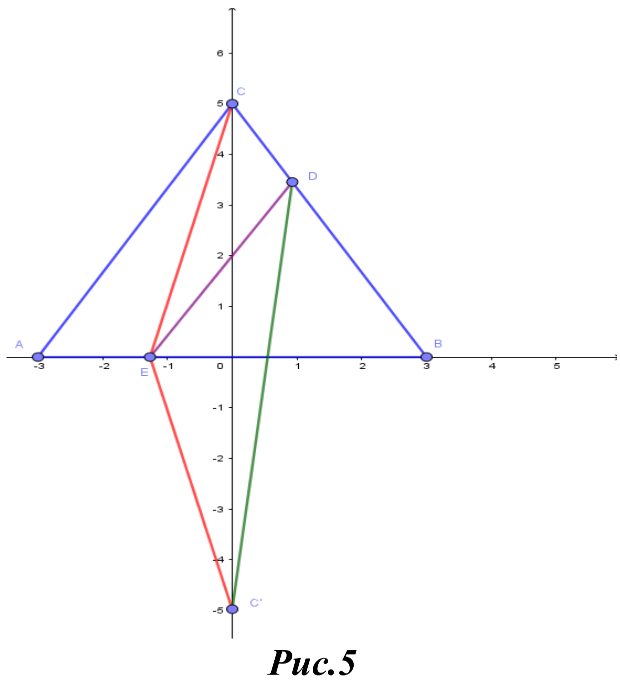


Рис.5

Задача 6. Сторона квадрата $ABCD$ равно a. На стороне BC взята точка E и равно $CE = b, a > b$. На диагонали квадрата BD взята точка F и соединена точками C и E. Найти наименьшее значение суммы расстояний FC и FE.

Решение. Поместим квадрат $ABCD$ в декартову систему координат следующим образом $A = (\frac{a}{2}; -\frac{a}{2}), B = (\frac{a}{2}; \frac{a}{2}), C = (-\frac{a}{2}; \frac{a}{2}),\ D = (-\frac{a}{2}; -\frac{a}{2})$ (рис.6).

Точка E будет находиться в точке $E=(-\frac{a}{2}+b;\ \frac{a}{2})$, а точка F будет находиться в точке $F=(\frac{x}{2};\ \frac{x}{2}),\ x\in\left(-\frac{a}{2};\ \frac{a}{2}\right)$. Точка $A=(\frac{a}{2};\ -\frac{a}{2})$ будет точкой, симметричной точке $C=(-\frac{a}{2};\ \frac{a}{2})$ относительно прямой $y=x$. Из $CF=AF$ следует, что $FC+FE=FA+FE$. Теперь, если мы определим значение $\min\{FA+FE\}$ вышеуказанным способом, оно будет равно $\min\{FA+FE\}=AE$.

Значит $\min\{FA+FE\}=AE=\sqrt{a^2-2ab+b^2+a^2}=\sqrt{2a^2-2ab+b^2}$ и $\min\{FC+FE\}=\sqrt{2a^2-2ab+b^2}$ равны.

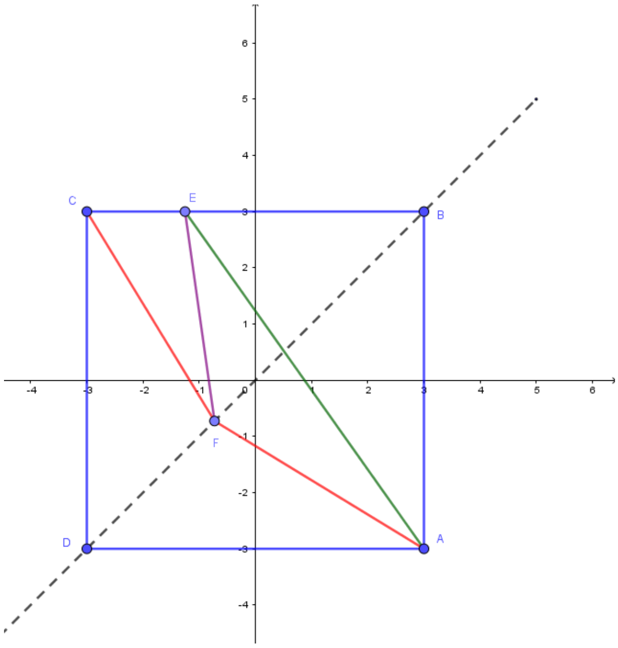


Рис.6

Задача 7. Сторона квадрата $ABCD$ равно a. На стороне AB взята точка E и равно $BE=b,\ a>b$. На стороне квадрата CD взята точка F и соединена точками B и E. Найти наименьшее значение суммы расстояний FB и FE.

Решение. Поместим квадрат $ABCD$ в декартову систему координат следующим образом $A=(a;0),\ B=(a;\ a),\ C=(0;\ a),\ D=(0;0)$ (рис.7). Точка E будет находиться в точке $E=(a;\ a-b)$, а точка F будет находиться в точке $F=(0;\ x),\ x\in(0;\ a)$. Точка $B'=(-a;\ a)$ будет точкой, симметричной точке $B=(a;\ a)$ относительно оси Oy. Из $BF=B'F$ следует, что $FB+FE=FB'+FE$.

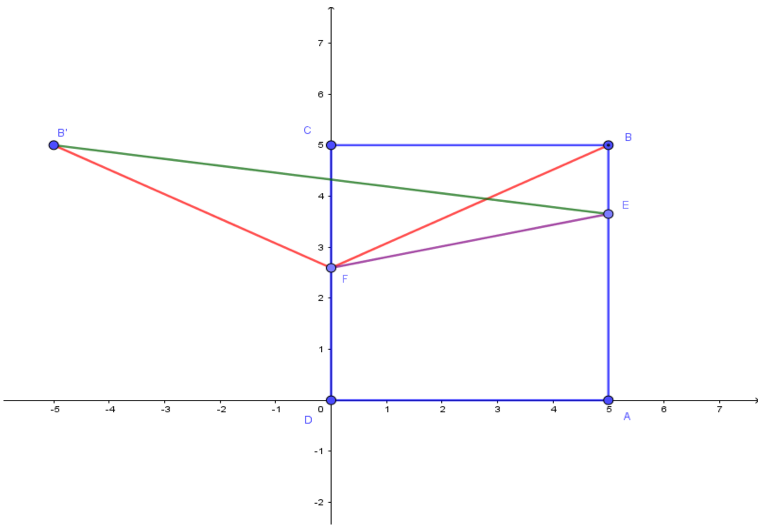


Рис.7

Теперь определим значение $\min\{FB' + FE\}$ вышеуказанным способом и найдем, что оно будет равно $\min\{FB' + FE\} = B'E$. Значит $\min\{FB' + FE\} = B'E = \sqrt{4a^2 + b^2}$ и $\min\{FB + FE\} = \sqrt{4a^2 + b^2}$ равны.

С помощью этого метода при вводе декартово системы координат определяем наименьшее расстояние минимального значения.

Список литературы

1. Азамов А. Планета математики/ А. Азамов, Б. Хайдаров. – “Учитель”, Т., 1993.

2. Афонина, С. И. Математика и красота/С.И. Афонина. – “Учитель”, Т., 1987.

3. Аюпов Ш., Рихсиев Б., Кучкаров А. Задачи олимпиад по математике. I, II части/ А. Азамов, Б. Хайдаров – “ФАН”, Т., 2004.

УДК 373.51

ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ПРАКТИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ В ОГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

Черемных Е.Л., *кандидат педагогических наук, доцент,*
Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет,
г. Пермь, e-mail: cheremnyhel@pspu.ru

Бабин А.С., *магистрант 1 курса,*
Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет,
г. Пермь, e-mail: andrejfmk120198@yandex.ru

Аннотация. *В статье рассматриваются особенности подготовки школьников к выполнению заданий метапредметного содержания в формате основного государственного экзамена (ОГЭ) по математике. Приводится типология таких заданий, основанная на типичных ситуациях, встречающихся в задачах: лист бумаги (работы с форматами бумаги); участок загородного дома; план квартиры; формат листа бумаги; печь для бани; мобильные тарифы; шины; тарифы ОСАГО; террасы. Анализируются результаты и типичные ошибки учащихся в решении задач с практическим содержанием. Приводятся данные экспериментального обучения с целью поиска методических приемов, позволяющих в условиях дефицита временных ресурсов организовать эффективное обучение девятиклассников решению задач с метапредметным содержанием в ЕГЭ по математике. Результатом исследования стали выделенные методические приемы и рекомендации по организации самоподготовки обучающихся в рамках факультативных занятий, в том числе с использованием интернет-ресурсов.*

Ключевые слова: *метапредметные результаты, обучение математике, методика преподавания, ОГЭ.*

PREPARING STUDENTS FOR SOLVING PROBLEMS WITH PRACTICAL CONTENT IN THE OGE IN MATHEMATICS

Cheremnykh E. L., *Ph. D., Associate Professor,*
Perm State University Of Humanities And Pedagogy, Perm,
e-mail: cheremnyhel@pspu.ru

Babin A. S., *1th year student,*
Perm State University Of Humanities And Pedagogy, Perm
e-mail: andrejfmk120198@yandex.ru

Annotation. *The article discusses the features of preparing schoolchildren to perform tasks of meta-subject content in the format of the main state exam (MSE)* *in mathematics. The typology of such tasks is given, based on typical situations encountered in the tasks: a sheet of paper (working with paper formats); a plot of a country house; an apartment plan; a sheet of paper; a sauna stove; mobile tariffs; tires; CTP tariffs; terraces. The results and typical mistakes of students in solving problems with practical content are analyzed. The data of experimental training are presented in order to find methodological techniques that allow, in conditions of a shortage of time resources, to organize effective training of ninth graders to solve problems with meta-subject content in the Unified State Exam in mathematics. The result of the study was the highlighted methodological techniques and recommendations for the organization of self-training of students in the framework of elective classes, including using Internet resources.*

Keywords: *metasubject results, teaching mathematics, teaching methods, OGE.*

Введение. Человечество сегодня вступило в фазу развития, когда основные шаги и “прорывы” в развитии общественной и производственной сфер совершаются на основе коллаборации, междисциплинарного подхода и синтеза различных технологий. Важными качествами выпускника школы становятся умения применять полученные знания в решении задач реальной жизни, самостоятельно анализировать практические ситуации, выявлять проблему и находить пути ее преодоления, используя для этого навыки самоорганизации, самообразования, коммуникации, способность работать на стыке различных предметных областей. Обозначенные качества являются, в свою очередь, следствием сформированности у школьников универсальных учебных действий и показателем достижения метапредметных результатов (регулятивных, коммуникативных, познавательных) [1]. Поэтому неслучайно одно из направлений модернизации содержания ОГЭ и ЕГЭ предполагает увеличение доли заданий, проверяющих не столько усвоенные знания, сколько умение применять их школьниками при анализе различных ситуаций, в том числе практического характера.

Цель исследования. В 2019–2020 учебном году в формат ОГЭ по математике были внесены изменения: в текстах контрольно-измерительных материалов добавлены задания метапредметного содержания (задания №1–№5). Успешность выполнения предполагает развитие у учащихся умений и навыков работы с информацией, выполнения логических операций сравнения, обобщения, анализа, классификации и установления аналогии. В идеале с такими заданиями школьники должны справляться на основе полученного опыта за годы обучения, однако результаты ОГЭ 2019-2020 г. показали, что задачи данного типа вызывают наибольшие трудности среди заданий, которые содержатся в первой части экзамена.

Об этом свидетельствуют данные внутришкольных мониторингов ОГЭ. Например, анализ диагностической работы, проведенной в январе 2020 года среди учеников 9 «Б» класса МАОУ «IT-школа с углубленным изучением информатики» г. Перми, выявил невысокий уровень (в процентах) решения задач №3, №5(рис. 1). Очевидно, что новизна задач и стрессовая ситуация во время контрольного испытания требуют специальной подготовки школьников к выполнению такого рода заданий. Поэтому целью исследования стал поиск методических приемов, позволяющих в условиях дефицита временных ресурсов организовать эффективное обучение девятиклассников решению задач с метапредметным содержанием в ЕГЭ по математике.

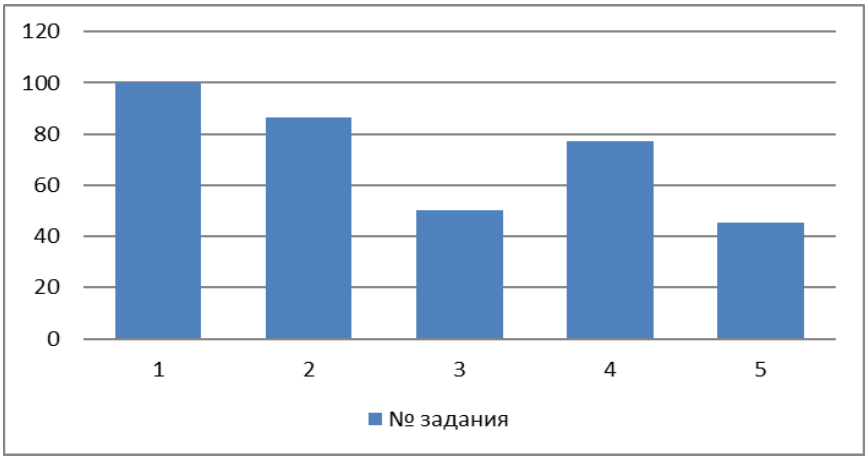


Рис. 1. Результаты тренировочного мониторинга 9 «Б» класса (%)

Методика и организация исследования. Нами было предпринято экспериментальное обучение, которое проходило на базе указанной выше школы в 9 «В» классе в течение 2020-2021 учебного года в рамках факультативных занятий по математике. Обучение предполагало углубленное изучение предмета с акцентом на подготовку к ОГЭ. В частности, был составлен план деятельности учащихся, в который предусмотрен детальный разбор каждого типа метапредметных заданий. На первом занятии учащимся была представлена демоверсия экзамена, приведены примеры с подробным разъяснением решения и выделением его элементов, которые являются наиболее сложными или трудными при выполнении экзаменационной работы. Затем все ученики получили домашнее задание:

1. Выбрать один тип задачи из первых пяти упражнений ОГЭ.
2. Решить несколько задач подобного типа.
3. Подготовить презентацию для обучающихся, включая рекомендации по решению данного типа заданий.
4. Составить аналогичный вариант заданий для самостоятельного решения учащимися на занятии.

В результате выполнения домашней работы учениками были выделены следующие типы заданий ОГЭ:

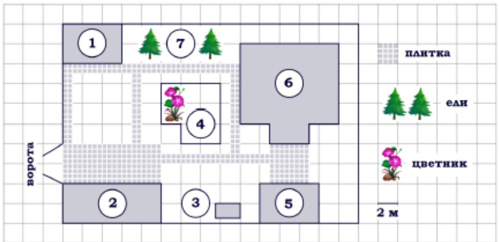
1. Лист бумаги (работы с форматами бумаги).
2. Участок загородного дома.
3. Маркировка шин.
4. Печь для бани.
5. Планировка квартиры.

6. Тарифные планы.
7. План местности.
8. Зонт.
9. Землевладельческие террасы.
10. Теплица.

Ниже приведен фрагмент тренировочного варианта №17 с заданием типа «участок загородного дома» (рис. 2,3) [2].

Тренировочный вариант № 17. ФИПИ.
Часть 1.

Прочитайте внимательно текст и выполните задания 1–5.



На плане изображено домохозяйство по адресу: СНТ «Прибор», 2-я Линия, д. 26 (сторона каждой клетки на плане равна 2 м). Участок имеет прямоугольную форму. Выезд и въезд осуществляются через единственные ворота. При входе на участок справа от ворот находится гараж, а слева в углу участка расположен сарай, отмеченный на плане цифрой 1. Площадь, занятая сараем, равна 24 кв. м. Жилой дом находится в глубине территории и обозначен на плане цифрой 6. Помимо гаража, жилого дома и сарая, на участке имеется летняя беседка, расположенная напротив входа в дом, и мангал рядом с ней. На участке также растут ели. В центре участка расположен цветник. Все дорожки внутри участка имеют ширину 1 м и вымощены тротуарной плиткой размером 50 см × 50 см. Перед гаражом и между домом и беседкой имеются площадки площадью 40 и 16 кв. м соответственно, вымощенные такой же плиткой. К домохозяйству подведено электричество. Имеется магистральное газоснабжение.

1. Для объектов, указанных в таблице, определите, какими цифрами они обозначены на плане. Заполните таблицу, в бланк ответов перенесите последовательность четырёх цифр без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Объекты	беседка	ели	гараж	мангал
Цифры				

2. Найдите площадь, которую занимает цветник. Ответ дайте в квадратных метрах.

Ответ: ____________.

Рис. 2. Тренировочный вариант №17 (условие задачи)

3. Сколько процентов площади всего участка занимает беседка?

Ответ: ____________.

4. Тротуарная плитка продаётся в упаковках, рассчитанных на 2,5 кв. м. Сколько упаковок такой плитки понадобилось, чтобы выложить все дорожки и обе площадки?

Ответ: ____________.

5. Хозяин участка решил покрасить весь забор вокруг участка (только с внешней стороны) в зелёный цвет. Площадь забора равна 232 кв. м, а купить краску можно в одном из двух ближайших магазинов. Цены и характеристики краски и стоимость доставки заказа даны в таблице.

Номер магазина	Расход краски	Масса краски в одной банке	Стоимость одной банки краски	Стоимость доставки заказа
1	0,6 кг/кв. м	5 кг	2300 руб.	400 руб.
2	0,45 кг/кв. м	4 кг	2200 руб.	600 руб.

Во сколько рублей обойдётся наиболее дешёвый вариант покупки с доставкой?

Ответ: ____________.

Рис. 3. Тренировочный вариант №17 (текст заданий)

Все основные типы метапредметных задач ОГЭ ученики сопроводили примерами подробных решений с комментариями, подготовили презентации (рис. 4, рис. 5), которые были представлены на факультативном занятии-конференции. Данные презентации были собраны в беседе класса В Контакте, чтобы при необходимости перед экзаменом можно было актуализировать необходимые знания. Также самостоятельная подготовка к ГИА предусматривала работу школьников с сайтами: https://www.time4math.ru/oge (набор тематических заданий по определенному типу заданий), https://oge.sdamgia.ru/ (самостоятельное составление тестов для контроля своих знаний).

Рис. 4. Презентация учащихся с типом задач: маркировка шин

Общепринятые форматы листов бумаги обозначают буквой А и цифрой: А0, А1, А2 и так далее. Если лист формата А0 разрезать пополам, получаются два листа формата А1. Если лист А1 разрезать пополам, получаются два листа формата А2 и так далее.

При этом отношение длины листа к его ширине у всех форматов, обозначенных буквой А, одно и то же (то есть листы всех форматов подобны друг другу). Это сделано специально — чтобы можно было сохранить пропорции текста на листе при изменении формата бумаги (размер шрифта при этом тоже соответственно изменяется).

В таблице 1 даны размеры листов бумаги четырёх форматов: от А3 до А6.

Таблица 1

Порядковые номера	Ширина (мм)	Длина (мм)
1	105	148
2	210	297
3	297	420
4	148	210

Рис. 5. Презентация учащихся с типом задач: листы бумаги

Результаты протокола ОГЭ по математике для данного класса (рис. 6, [3]), показали, что:

1. Процент выполнения задания №1 равен 100%, то есть все учащиеся смогли установить необходимое соответствие между описанием и объектами.

2. Процент выполнения задания №2 равен 86%, не всем учащимся удалось выполнить нахождение параметров требуемого объекта (площадь гаража, периметр дома и т.п.), многие допустили ошибки из-за невнимательного чтения условия задачи.

3. Процент выполнения задания №3 равен 100%, все учащиеся смогли выполнить необходимые вычисления и расчеты.

4. Процент выполнения задания №4 равен 77%, ошибки связаны с невнимательным чтением текста и переводом единиц измерения из одних в другие.

5. Процент выполнения задания №5 равен 57%. Данное задание имеет высокий уровень сложности, поскольку требуется найти оптимальный вариант использования объекта. Учащиеся допускают ошибки при построении модели процесса (составлении оптимального плана) и выполнении арифметических операций.

В результате проведенного в течение учебного года экспериментального обучения можно сделать вывод, что навыки решения метапредметных задач, полученные школьниками, способствовали успешной сдаче ОГЭ. Сравнение результатов последнего (рис. 6) с данными тренировочного мониторинга в январе 2020, показало, что успешность выполнения задания №3 повысились на 30%, задания №5 на 15%.

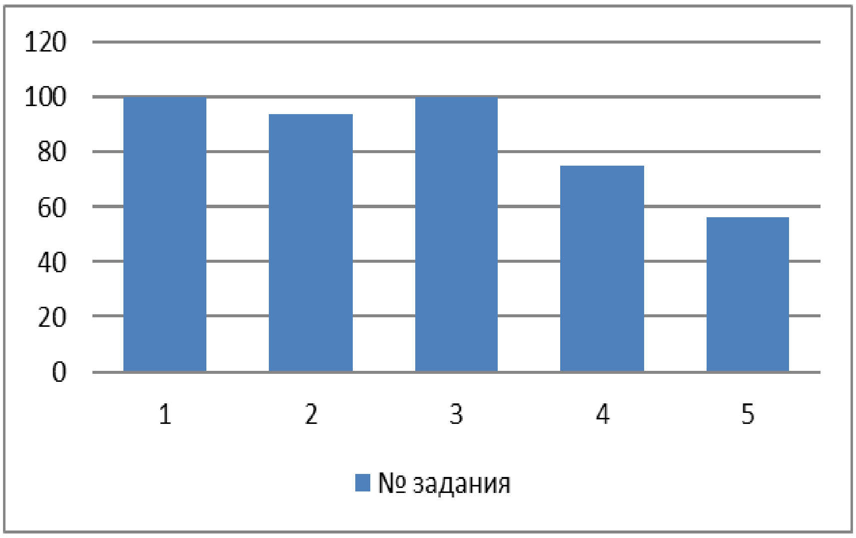


Рис. 6. Результаты ОГЭ 9 «В» класса (%)

Результаты исследования и их обсуждение: особенности эффективной подготовки к решению метапредметных задач предполагают соблюдение следующей последовательности действий:

1. Выделение и подробное решение с комментированием основных типов метапредметных задач.

2. Самостоятельная работа обучающихся по подбору аналогичных заданий, их решению, систематизации информации и ее представления в виде презентаций.

3. Проведение итогового занятия, включающего обзор всех основных типов метапредметных задач.

4. Регулярное повторение способов решения данных заданий в течение учебного года.

Отметим, анализ ошибок, допущенных школьниками в решении задач ОГЭ, говорит также о слабой сформированности у обучающихся навыков смыслового чтения и невысоком уровне функциональной грамотности. Поэтому помимо данных выше рекомендаций в обучении математике важно уделять особое внимание формированию указанных качеств на протяжении всего периода образовательного процесса.

Выводы. Проведенное экспериментальное обучение школьников решению задач метапредметного содержания в ЕГЭ по математике на основе организации самостоятельной работы и использования интернет-ресурсов показало свою эффективность в условиях ограниченных временных ресурсов. Дальнейшее исследование будет связано с выявлением условий и механизмов формирования навыков уверенной работы школьников с метапредметным содержанием, развитием их функциональной (математической) грамотности на основе конструирования преподавателем учебных ситуаций прикладного характера, например, по типу задач PISA.

Список литературы

1. ФГОС основного общего образования. Приказ Минобрнауки России от 6.10.2009г. № 373. [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: https://base.garant.ru/197127/ (дата обращения: 07.08.2021).

2. Распечатай и реши [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: https://www.time4math.ru/oge (дата обращения: 07.08.2021).

3. Методический анализ результатов ОГЭ по учебному предмету математика. [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: https://kraioko.perm.ru/index.htm?oper=res (дата обращения: 9.10.2021).

УДК 371

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО КАЛЬКУЛЯТОРА DESMOS ПРИ ОБУЧЕНИИ ПОСТРОЕНИЮ ГРАФИКА КВАДРАТИЧНОЙ ФУНКЦИИ

Эдиева Ж.Х., *кандидат педагогических наук*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
ezharadat@mail.ru

Аннотация. *В данной статье речь идет о применении графического калькулятора Desmos на уроках алгебры учителем при объяснении темы «Квадратичная функция» при помощи наглядных средств. Рассматривается квадратичная функция* $y = ax^2 + bx + c,$ *где* $a \neq 0, a, b, c -$ *некоторые*

числа. Объяснение материала сопровождается множеством наглядных примеров применения онлайн-сервиса Desmos при построении графиков функций.
Ключевые слова: *функция, график, парабола, ветви, вершина.*

APPLICATION OF DESMOS GRAPHING CALCULATOR IN TEACHING GRAPHING OF QUADRATIC FUNCTIONS

Edieva Zh.H., *Candidate of Pedagogical Sciences*
Chechen State Pedagogical University, Russian Federation, Grozny
ezharadat@mail.ru

Abstract. *This article deals with the use of Desmos graphing calculator in the algebra lessons by a teacher when explaining the topic "Quadratic function" with the help of visual aids. The quadratic function* $y = ax^2 + bx + c$*, where* $a \neq 0, a, b, c$ *are some numbers is considered. The explanation of the material is accompanied by many illustrative examples of the use of the Desmos online service in the construction of function graphs.*
Keywords: *function, graph, parabola, branches, vertex.*

Внедрение информационных технологий в различных областях современной системы образования с каждым днем становится все более масштабным. Специально разработанные компьютерные аппаратные и программные средства, называемые средствами информатизации образования, направлены на формирование когнитивных стимулов. Они способны не только коренным образом изменить само понимание категории «средства» применительно к учебному процессу, но и существенно повлиять на цели, содержание, организационные формы, методы обучения.

Desmos – это онлайн-сервис, позволяющий по аналитическому выражению функции создать ее график. Для работы с ним обязательно подключение к сети интернет. Естественно, Desmos – не единственная служба, предназначенная для овладения математикой в виртуальной среде. Существуют и другие крупные сервисы, получившие широкое распространение. В первую очередь, это GeoGebra – динамическая геометрическая среда. У нее есть все функции, что и у Desmos, и даже более того, вокруг нее сформировалось сообщество учителей, которые делятся своими разработками друг с другом. Но у Desmos есть инструмент для создания деятельности, а у Geo Gebra его пока нет. А интерфейс Desmos прост как лист бумаги: только клетчатое поле и поле для ввода формул.

Изучению квадратичной функции в учебнике алгебры 9 класса Ю.Н. Макарычева посвящена глава «Квадратичная функция», включающая параграфы: «Функции и их свойства», «Квадратный трехчлен», «Квадратичная функция и ее график», «Степенная функция. Корень -й степени».

Квадратичной функцией называют функцию вида $y = ax^2 + bx + c, a \neq 0, a, b, c -$ некоторые числа. Изучение квадратичной функции начинается с частного случая $y = ax^2$ при $a = 1$. С графиком этой функции, т.е. $y = x^2$, учащиеся знакомятся в 7 классе. Рассмотрим также график функции $y = 2x^2$ при $a = 2$ и сравним их (рис.1).

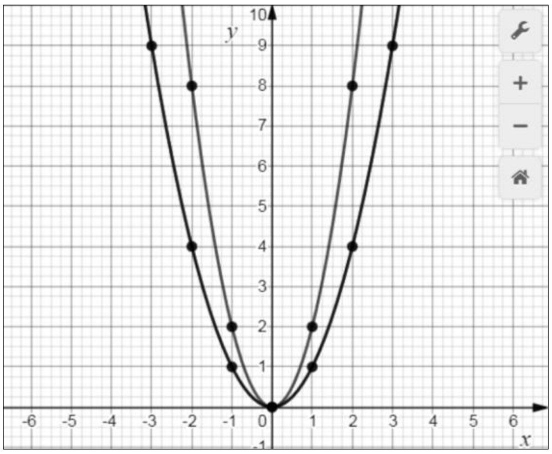


Рис.1

x	-3	-2	-1	0	1	2	3
$y = x^2$	9	4	1	0	1	4	9
$y = 2x^2$	18	8	2	0	2	8	18

При всяком $x \neq 0$ значение функции $y = 2x^2$ больше соответствующего значения $y = x^2$ в два раза. Другими словами, график функции $y = 2x^2$ получается из параболы $y = x^2$ растяжением в два раза от оси аргумента x.

Сравним теперь графики функций $y = x^2$ и $y = \frac{1}{2}x^2$ (рис.2).

x	-3	-2	-1	0	1	2	3
$y = x^2$	9	4	1	0	1	4	9
$y = \frac{1}{2}x^2$	4,5	2	0,5	0	0,5	2	4,5

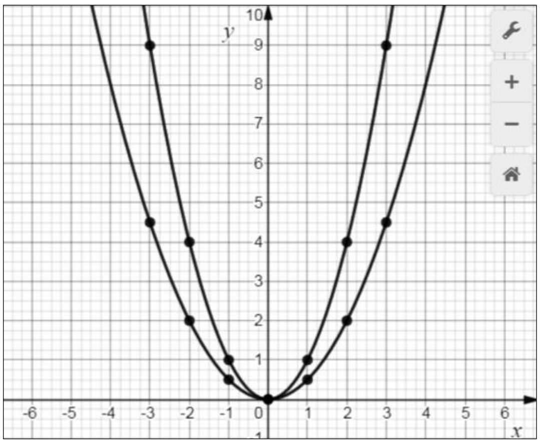


Рис.2

Мы видим, что при всяком $x \neq 0$ значение функции $y = \frac{1}{2}x^2$ меньше соответствующего значения $y = x^2$ в два раза, т.е. график функции $y = \frac{1}{2}x^2$ может быть получен из параболы $y = x^2$ сжатием в два раза к оси аргумента x.

Далее рассмотрим функцию $y = -\frac{1}{2}x^2$ и сравним ее график с графиком $y = \frac{1}{2}x^2$ (рис.3).

x	-3	-2	-1	0	1	2	3
$y = \frac{1}{2}x^2$	4,5	2	0,5	0	0,5	2	4,5
$y = -\frac{1}{2}x^2$	-4,5	-2	-0,5	-0	-0,5	-2	-4,5

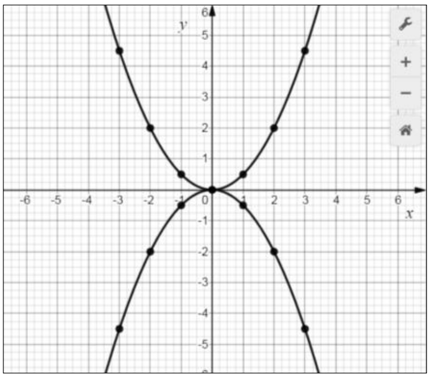


Рис.3

При любом $x \neq 0$ значения этих функций противоположны. Следовательно, графики этих функций симметричны относительно оси абсцисс.

Пусть требуется найти координаты точек пересечения графиков функций $y = -x^2$ и $y = x - 6$. Аналитически это можно сделать, решив систему:

$$\begin{cases} y = -x^2, \\ y = x - 6. \end{cases}$$

Геометрическую интерпретацию можно привести при помощи сервиса Desmos.

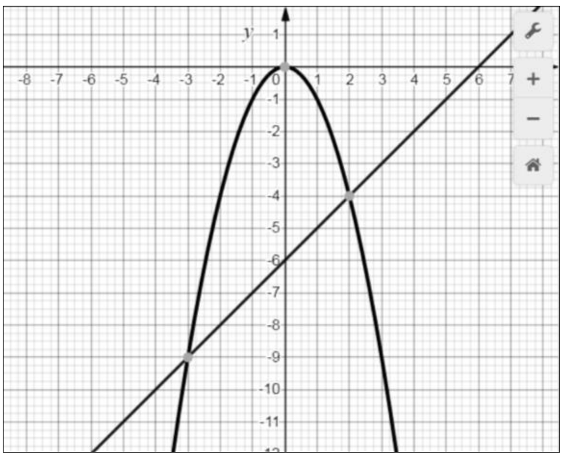


Рис.4

Итак, мы видим (рис.4), что точками пересечения графиков функций являются: $(-3; -9)$ и $(2; -4)$.

Рассмотрим другие частные случаи квадратичной функции: $y = ax^2 + n$ и $y = a(x - m)^2$. Построим в одной и той же системе координат графики функций $y = 2x^2$ и $y = 2x^2 + 3$ (рис.5).

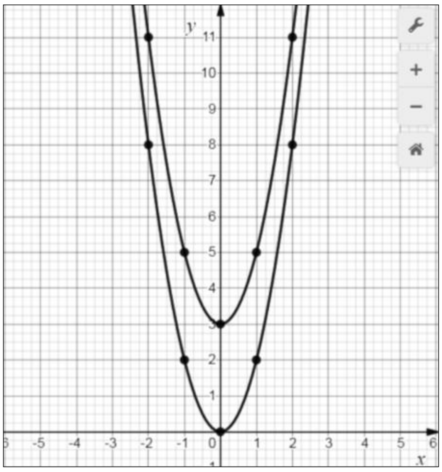


Рис.5

x	-2	-1	0	1	2
$y = 2x^2$	8	2	0	2	8
$y = 2x^2 + 3$	11	5	3	5	11

Ясно, что таблица значений функции $y = 2x^2 + 3$ при одних и тех значениях независимой переменной x получена из таблицы значений функции $y = 2x^2$, прибавляя 3. Иначе говоря, каждой точке (x_0, y_0) графика функции $y = 2x^2$ соответствует единственная точка $(x_0, y_0 + 3)$ графика функции $y = 2x^2 + 3$. Значит, каждая точка графика функции $y = 2x^2 + 3$ получена перемещением вверх на 3 единицы точек, принадлежащих графику $y = 2x^2$.

Рассмотрим функции $y = x^2$ и $y = (x + 3)^2$. Построим их графики в одной системе координат (рис.6).

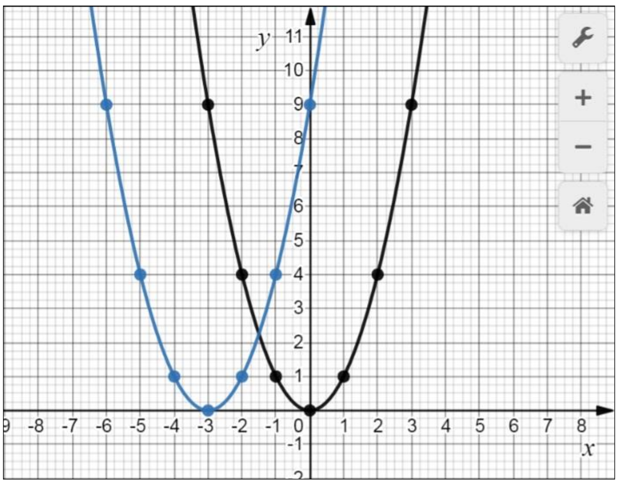


Рис.6

Можно заметить, что каждой точке $(x_0;\ y_0)$ графика функции $y = x^2$ соответствует единственная точка с координатами $(x_0 - 3;\ y_0)$ графика $y = (x+3)^2$. Простыми словами, каждая точка графика $y = x^2$ переместилась вдоль оси Ox влево на три единицы.

Обобщим: графики функций $y = ax^2 + n$ и $y = a(x-m)^2$ являются параболами;

график функции $y = ax^2 + n$ получается из графика $y = ax^2$ путем перемещения каждой ее точки вдоль оси Oy на n единиц (при $n > 0$ –вверх, при $n < 0$ – вниз);

график функции $a(x-m)^2$ получается из графика $y = ax^2$ путем перемещения каждой ее точки вдоль оси Ox на m единиц (при $m > 0$ –вправо, при $m < 0$ – влево).

график функции $y = a(x-m)^2 + n$ является параболой;

график функции $y = a(x-m)^2 + n$ получается путем двух параллельных переносов (при $m > 0$ – вправо, при $m < 0$ – влево вдоль оси Ox, при $n > 0$ – вверх, при $n < 0$ – вниз вдоль оси Oy).

В качестве примера рассмотрим график функции $y = 2(x-4)^2 + 1$ (рис.7).

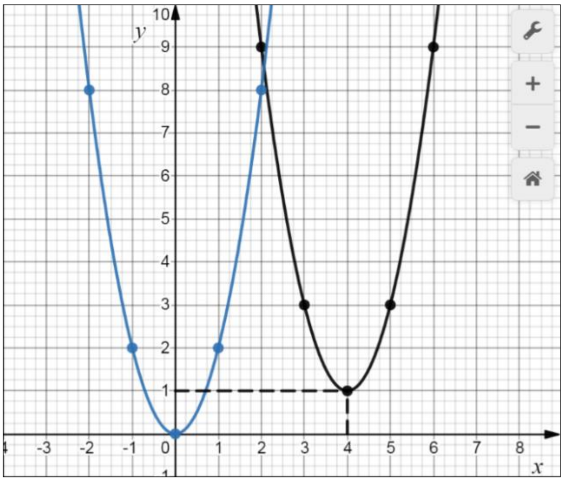


Рис.7

Мы видим, что каждая точка графика функции $y = 2x^2$ переместилась на 4 единицы вправо вдоль оси Ox и на 1 единицу вверх вдоль оси Oy, и, таким образом, получен график функции $y = 2(x-4)^2 + 1$.

Как же построить график функции $y = ax^2 + bx + c$?

Сначала выясним, как направлены ветви параболы. Если $a > 0$ ветви направлены вверх, если $a < 0$ – вниз. Координаты $(m; n)$ вершины параболы находим по формулам:

$$m = -\frac{b}{2a}; n = \frac{-b^2 + 4ac}{4a}.$$

Отмечаем на плоскости несколько точек, принадлежащих параболе, затем соединяем плавной линией.

Построим график функции $y = 2x^2 - 3x + 1$ (рис.8). Ветви параболы направлены вверх. Найдем координаты вершины:

$$a = 2; b = -3; c = 1 \Rightarrow x = -\frac{b}{2a} = \frac{3}{4}; n = \frac{-b^2 + 4ac}{4a} = \frac{-9 + 8}{8} = -\frac{1}{8}.$$

$\left(\frac{3}{4}; -\frac{1}{8}\right)$ −вершина параболы.

x	-0,5	0	0,5	0,75	1,5	2
y	3	1	0	-0,125	1	3

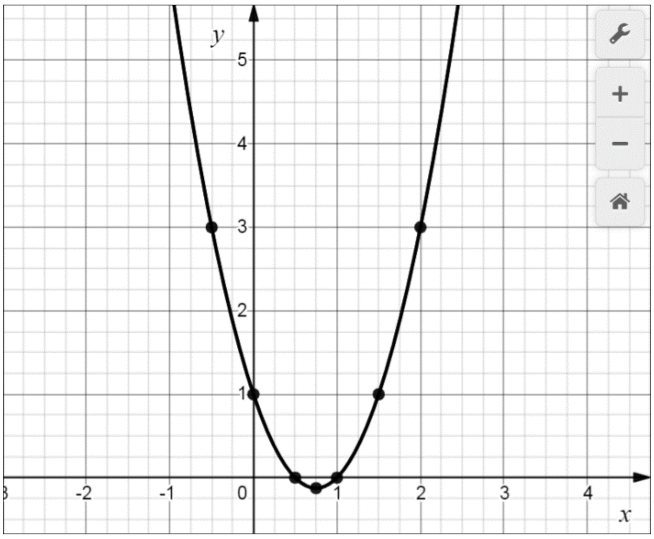


Рис.8

При построении графика функции в системе Desmos необходимости определять вершину параболы не возникает, однако предварительно следует выяснить характер направления ветвей параболы и координаты ее вершины. Поскольку мы используем графический калькулятор лишь в качестве средства наглядности и в целях экономии времени, которое уйдет на построение чертежа. Следует отметить, что навыки построения графиков функций формируются не за один урок, это весьма сложный и долгий процесс, и злоупотреблять вычислительными средствами ученикам не стоит, так как в век технологий от них требуется лишь нажатие кнопки, а прелесть математики в том, что она учит человека мыслить и рассуждать.

Список литературы

1. Алгебра. 9 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / [Ю. Н. Макарычев, Н. Г. Миндюк, К. И. Нешков, С. Б. Суворова]; под ред. С. А. Теляковского – 21-е изд. – М.: Просвещение, 2014. – 271 с.

2. Капкаева, Л. С. Теория и методика обучения математике: частная методика в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. С. Капкаева. – 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 264 с.

УДК 371

ПРОБЛЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ОГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

***Якубов А.В.**, доцент, кандидат педагогических наук.*
Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова
Российской Академии Наук (Грозный), e-mail: *ayakubov@mail.ru*

***Аннотация**. В статье рассмотрена одна из проблем, которая существует при оценивании экзаменационных работ по математике выпускников основной школы. Речь о проблеме объективности оценки работ и их влиянии на формирование мотивации ученика к учебному труду. На конкретных примерах – результатах, оцененных в т.ч. и экзаменационными комиссиями в Чеченской Республике в 2021 году работ учащихся показаны, на взгляд автора, недостатки. Эти недостатки связаны с недостаточной продуманностью критериев оценки на уровне федерального института педагогических измерений и работами региональных экзаменационных комиссий. В статье показаны примеры из материалов социальных сетей и демо-версий Основного государственного экзамена за 2021 и 2022 года, когда задания, относимые к геометрическим при изучении тем (нахождение площади фигур, расстояния между точками) не классифицируются таковыми на экзаменах, а это приводит к снижению выводимой итоговой отметки учащимся. Имеют место случаи, когда учащиеся, которые могут правильно выполнять отдельные задания повышенной и высокой уровней трудности получают в результате наличия таких критериев неудовлетворительные отметки.*

***Ключевые слова**: ОГЭ, критерии оценки, баллы, мотивация, необъективность*

THE PROBLEM OF EVALUATING THE TASKS OF THE OGE IN MATHEMATICS

***Yakubov A.V.**, Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences*
Comprehensive Research Institute named after H.I. Ibragimov
of the Russian Academy of Sciences, Grozny, e-mail: ayakubov@mail.ru

***Annotation**. The article considers one of the problems that exists when evaluating the experimental works in mathematics of graduates of the basic school. We are talking about the problem of the objectivity of the evaluation of works and their impact on the formation of a student's motivation for academic work. On concrete examples – the results of the students' works evaluated, including by examination commissions in the Chechen Republic in 2021, shortcomings are shown, in the opinion of the authors. These shortcomings are related to the lack of thought-out evaluation criteria at the level of the Federal Institute of Pedagogical Measure-*

ments and the work of regional examination commissions. The article shows examples from the materials of social networks and demo versions of the Main State Exam for 2021 and 2022, when tasks related to geometric in the study of topics (finding the area of figures, distances between points) are not classified as such in exams, and this leads to a decrease in the output of the final grade to students. There are cases when students who can correctly perform certain tasks of increased and high levels of difficulty receive unsatisfactory marks as a result of the presence of such criteria.

Keywords: *OGE, grading criteria, scores, motivation, bias*

Аттестация всегда является одним из ответственных этапов в деятельности образовательных учреждений (или как сейчас принято в школах – организаций).

От степени объективности аттестации, с одной стороны зависит, судьба обучающегося, если она проводится в рубежных этапах жизни: окончание школы, вуза и т.д.

Или промежуточных: контрольная или иная оцениваемая работа обучающегося. Так как это сказывается на формировании мотивации, проявления или подавления интереса к предмету, в частности, или ко всему учебному труду.

Именно поэтому очень важно грамотно, квалифицированно, объективно оценить качество работы обучающегося. Причем при спорных ситуациях, как и в уголовном кодексе, сомнения должны быть интерпретированы в пользу обучающегося.

Как известно, по всей стране в 2021 году признается, что ОГЭ по математике показал «шокирующие» результаты.

И это при том, что на уровне Рособнадзора признается необъективность в проведении ОГЭ из-за многочисленных нарушений и несанкционированных действий со стороны и организаторов и участников экзамена.

Одна из причин, и это однозначно, охватившая планету пандемия, которая полностью разрушил более-менее налаженную систему преподавания предмета в школе и методику подготовки к экзаменам.

В последние годы в аттестате как отдельная дисциплина геометрия отсутствует. В 70-е годы, в период учёбы автора в школе, сдавались два экзамена по математике. Алгебра и геометрия. И в 8-х и в 10-х классах. В аттестаты за 8-й и 10-й классы также вносились оба предмета.

Подобное отношение в условиях информационного взрыва может означать и сворачивание наработанной десятилетиями системы в преподавании геометрии в общеобразовательной школе. А в перспективе, возможно, и исключение предмета «Геометрия» из учебного плана. В школах целого ряда стран, как известно, нет отдельной дисциплины «Геометрия». А практика Чеченской республики показывает, что в ряде школ также не преподаётся «Геометрия». Ее часы используются для решения задач по алгебре.

Вопрос о целесообразности таких действий остается открытым

Совершенствование содержания экзаменационных материалов, форм проведения экзамена, оценивание результатов процесс естественный.

Одним из изменений, внесенных в ОГЭ по математике в 2020 году, было включение т.н. практико-ориентированной задачи. С огромным текстом формулировки, занимающим почти страницу. С прикрепленным к этому тексту 5 вопросами.

В 2020 году экзамен был отменен из-за пандемии, получить и проанализировать результаты решения этого задания не удалось.

Вот вопросы из социальных сетей по этому заданию, использованному учащимися при подготовке к ОГЭ 2021 по математике [1].

2. Найдите площадь кухни. Ответ дайте в квадратных метрах.

3. Паркет (инженерная доска) продаётся упаковками по 3 кв. м. Сколько упаковок понадобится, чтобы уложить пол в комнате?

4. По всему периметру кухни вдоль потолка планируется установить потолочный плинтус, который продается планками по 2 метра длиной. Сколько планок плинтуса надо купить?

Вопросы из первого задания демо-версии ОГЭ-2022 по математике [2]

2. Тротуарная плитка продаётся в упаковках по 4 штуки. Сколько упаковок плитки понадобилось купить, чтобы выложить все дорожки и площадку перед гаражом?

3. Найдите площадь, которую занимает жилой дом. Ответ дайте в квадратных метрах.

4. Найдите расстояние от жилого дома до гаража (расстояние между двумя ближайшими точками по прямой) в метрах.

В принципе оба типа заданий однотипны, не сложны в решении, требуется лишь выполнение элементарных действий и оба требуют наличия определенного уровня знаний из геометрии.

Но, как мы увидим в приведенных ниже таблицах, они не учтены как геометрические.

Мы проанализируем некоторые данные из результатов экзамена по математике в ЧР. Материалы представлены РЦОИ Министерства образования и науки Чеченской Республики

ОГЭ по математике в республике сдавало 27316 человек.

Из результатов ОГЭ-2021 по математике, представленных РЦОИ Минобрнауки ЧР следует, что все 5 пунктов первого задания правильно выполнили 289 т.е. около 1%

Рассмотрим выборочно некоторые данные ОГЭ-2021 по математике в Чеченской Республике.

++++-++++++++++----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++-++++++++++----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++-+++++++++---+-	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++-++++++++++----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++-++++++-------+	**2(2)1(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**

++++-+++++++++---+-	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++-+++-++++-++---+-	**2(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++++++++++++-----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++++++++++++-----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
+++--+++-+++++----+	**2(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++++++++++++-----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**
++++-++++++++++----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**14**	**2**

В первом столбце, оцениваемом технологиями, указаны + на правильно решенные задания и - неправильно выполненные. Эти ответы на вопросы 19 первых заданий, которые вводятся в виде числа (целого, положительного или отрицательного, а также в виде десятичной дроби).

Во втором столбце результаты выполнения заданий с развернутым ответом в скобках указаны максимальное количество баллов, которое дается за каждое из 6 шести заданий повышенной и высокой уровней трудности, последние три из которых относятся к геометрии. Задания проверяются экзаменационными комиссиями на местах. В третьем столбце приведено количество заработанных учеником баллов. В последнем – выведенная отметка.

Как видно из этой таблицы, 5 учащихся правильно выполнили по 1 одному геометрическому заданию, относимые официально к блоку геометрия. Практически у всех из них стоит + за п. 2,3,4 первого задания. Их не учет в качестве геометрических привело к тому, что учащиеся поучили неудовлетворительные отметки.

В то же время это количество баллов близко к выставлению «4» (не хватает одного балла.

Рассмотрим другую вырезку из результатов ОГЭ-2021 по математике

+------------++-+--	**0(2)0(2)0(2)1(2)2(2)0(2)**	**7**	**2**
+-----+---+--+-----	**0(2)0(2)0(2)0(2)1(2)0(2)**	**5**	**2**
+-----+---+--+-----	**0(2)0(2)0(2)1(2)0(2)0(2)**	**5**	**2**
---------+---------	**0(2)0(2)0(2)0(2)2(2)1(2)**	**4**	**2**
+------++--+----+--	**0(2)0(2)0(2)1(2)0(2)0(2)**	**6**	**2**
-----+------+-+-+--	**0(2)0(2)0(2)0(2)1(2)1(2)**	**6**	**2**
-------------------	**2(2)2(2)0(2)0(2)2(2)0(2)**	**6**	**2**
-+----+--+---------	**0(2)0(2)0(2)0(2)1(2)0(2)**	**4**	**2**
-----+-------------	**0(2)0(2)0(2)0(2)1(2)0(2)**	**2**	**2**
+--------+---------	**0(2)2(2)0(2)0(2)2(2)0(2)**	**6**	**2**
----------+---+-+++	**0(2)0(2)0(2)1(2)0(2)0(2)**	**6**	**2**

Вырезка сделана из результатов лиц, получивших неудовлетворительную отметку, но имеющих баллы за решение заданий повышенной уровней трудности.

6-й в списке ученик, «перевыполнил» план по геометрии, получив два балла за задания 15 и 17, а также по одному баллу за геометрические задания повышенной и высокой уровней трудности.

7-й ученик полностью правильно решил три задания повыщенной сложности с развернутым ответом, что свидетельствует о неплохих знаниях по математике.

Если рассмотреть вырезку из таблицы по учащимся, получившим неудовлетворительные отметки, но имеющими по 15 баллов, которые согласно критериям оцениваются на «4» имеем следующий фрагмент

+++++++++++++++----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**15**	**2**
+-+-+++++++++++----	**2(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**15**	**2**
+++++++++++++++----	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**15**	**2**
+-+-+++++++++++----	**2(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**15**	**2**
++++++++++++++---+-	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**15**	**2**
++++++++++++++-+---	**0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)0(2)**	**15**	**2**

5-й и 6-й в списке ученики решили по одной задаче, относимой к блоку «Геометрия». Но у них правильно выполнены все 5 пунктов первого задания, названного разработчиками практико-ориентированным. Учащихся, выполнившие все пять пунктов первого задания, в республике лишь 1% из всего количества сдававших. Все задания оцениваются автоматически, поэтому говорить о внешнем вмешательстве вряд ли нужно. Но учащиеся получили «2». Это и психологическая травма для формирующегося организма, каким является ученик.

Рассмотрим еще один фрагмент результатов

-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-----+--++------+-+	**2(2)2(2)2(2)2(2)1(2)0(2)**	**14**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-------------------	**2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)0(2)**	**8**	**3**
-----+-+-----------	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)**	**14**	**3**

Не зная конкретно учащихся, нельзя судить о степени объективности и оценок и самостоятельности в выполнении работы. Если работа выполнена самими учащимися, то «3» не отражают уровень их знаний. Решены задания повышенной и высокой уровней трудности.

Причем у последнего ученика выполнены все 6 заданий второй части. Причем он один на всю республику.

Умение выполнять такие задания должны, на наш взгляд, оцениваться совсем по другим критериям. Такие задания, практически полностью «поглощают» задания первой части. Являются свидетельством высокой математической культуры школьника. Если, конечно, задания выполнены самостоятельно.

Если имело место вмешательство третьих лиц (необъективность в проведении ОГЭ, как сказано выше, сегодня признает и Рособрнадзор), то это повод для принятия мер по недопущению подобных действий, изменения условий проведения экзамена, принятия мер для устранения возможности доступа к экзаменационным материалам других лиц.

Если рассмотреть вырезку из таблицы для учащихся самыми лучшими результатами выполнения заданий второй части, то можно получить следующий фрагмент.

+-++-+++-+-+-+-+-+-	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)1(2)**	**22**	**5**
+++-+++++++++++++++	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)**	**28**	**5**
+----++++++-+++++++	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)**	**24**	**5**
+------++++-++-++++	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)1(2)**	**22**	**5**
+++--++++++++++++++	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)**	**27**	**5**
------++----++--++-	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)0(2)**	**16**	**4**
-----+-+-----------	**2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)2(2)**	**14**	**3**

Анализ результатов по ОГЭ-2021 дает возможность рассмотреть многие вопросы. не только оценить работу учащегося, создает определенное мнение об уровне учителей, руководства школ и т.д. Если для достижения высоких показателей имело ли место использование репетиров при подготовке к сдаче экзамена, тогда оценка деятельности школ и учителей получает другую характеристику.

Из сказанного можно сделать выводы:

А) Действующие критерии оценивания работ школьников по математике не обеспечивают нужную степень объективности

Б) не мотивируют учащихся на активное усвоение основ наук

В) требуют систематического совершенствования с учетом различных факторов.

Список литературы

1. Тренировочный вариант 12 24.03.2021 ОГЭ 2021 https://math100.ru

2. Демо-версия ОГЭ-2022 по математике https://4ege.ru/gia-matematika/62587-demoversija-oge-2022-po-matematike.html

3. Ященко, И.В. ОГЭ. МАТЕМАТИКА. Типовые экзаменационные варианты: 36 вариантов. М., Национальное образование, 2021, 224 с

СЕКЦИЯ 4. ФИЗИКА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

УДК 373.51

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ

Алиева И.Ш., *студентка*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: alievaiman00@gmail.com

Умарова Л.Х., *кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и МПФ, Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный*
e-mail: lipa-um@yandex.ru

Аннотация. *Изучение физики в школьном курсе является актуальной проблемой. Наиболее сложной в изучении является квантовая физика. И главной сложностью её изучения является отсутствие наглядности. Это связано с ограничением показа реальных экспериментов по квантовой физике. Методика преподавания физики на сегодняшний день требует новейших педагогических исследований в области поиска инновационных средств, форм и методов обучения и воспитания, связанных с разработкой и внедрением в образовательный процесс современных образовательных и информационных технологий. В данной статье анализируется изучение некоторых вопросов квантовой физики в школьном курсе. Применение различных средств наглядности при изучении раздела «Квантовая физика», в частности компьютерных моделей.*

Ключевые слова: *школьный курс физики, квантовая физика, компьютерное моделирование, компьютерная модель, учитель*

STUDYING SOME QUESTIONS OF QUANTUM PHYSICS IN A SCHOOL COURSE

Alieva I.SH., *student Chechen State Pedagogical University, Grozny,*
e-mail: alievaiman00@gmail.com

Umarova L.H., *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: lipa-um@yandex.ru*

Annotation. *The study of physics in the school course is an urgent problem. The most difficult to study is quantum physics. And the main difficulty in studying it is the lack of clarity. This is due to the limitation of showing real experiments in quantum physics. The methodology of teaching physics today requires the latest* *pedagogical research in the search for innovative means, forms and methods of teaching and upbringing associated with the development and implementation of modern educational and information technologies in the educational process. This article analyzes the study of some issues of quantum physics in the school course. The use of various means of visualization in the study of the section "Quantum Physics", in particular, computer models.*

Keywords: *school physics course, quantum physics, computer simulation, computer model, teacher*

Раздел “Квантовая физика” изучают в конце школьного курса физики. Особенности изучения данного раздела определяются местом этого раздела в школьном курсе физики и спецификой изучаемого в нем материала.

К основным целям и задачам изучения квантовой физики в школе относятся:

—Освоение теоретических знаний и изучение основных понятий и законов по курсу «Световые кванты», «Атомная физика», «Физика атомного ядра», «Элементарные частицы».

—Овладение умениями применять полученные знания для объяснения природных процессов, принципа действия современных реакторов и приборов для регистрации элементарных частиц, для решения задач по данному курсу физики.

—Развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, навыков самостоятельной работы с информацией, использование информационных технологий для моделирования физических процессов.

—Применение полученных знаний для решения физических задач, также для обеспечения безопасности жизни, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Изучение данного раздела формирует у учащихся фундаментальные знания об основах квантовой физики и квантовой механики, о строении вещества на атомно-молекулярном уровне и его взаимодействиях с различными видами излучения.

В процессе изучения квантовой физики рассматриваются такие понятия как строение атома, протон, нейтрон, электрон, состав ядра атома, радиоактивность и многие другие понятия в зависимости от профиля школы. Все эти вопросы имеют очень большое значение, так как на их основе у учеников формируется расширенное мировоззрение об окружающем нас мире. Ученики вплотную соприкасаются с микромиром, знакомятся с методами и особенностями познания микромира, убеждаются в существовании таких важных взаимодействий, как сильное и слабое.

Квантовая физика является одной из самых сложных в понимании учеников. И главной сложностью её изучения является отсутствие наглядности. Сложность обучения связана с ограничением показа реальных экспериментов по квантовой физике. Причиной этому является то, что большинство экспериментов могут производить вредное воздействие на организм человека. И не способностью школ полностью принять все средства предосторожности для исключения различных видов инцидентов. Необходима продуманная работа по закреплению и применению изучаемого материала при решении задач, выполнении лабораторных работ, работе с дидактическим материалом и т.д.

Основой, составляющей экспериментальный курс физики, является демонстрационный эксперимент. Как правило, все основные физические понятия должны демонстрироваться на опыте. Хороший демонстрационный опыт, проведенный во время теоретического изложения и отражающий физическое явление, позволяет преодолеть часто возникающий на начальной стадии обучения формальный подход к физике.

Однако поставить реальную демонстрацию по разделу квантовая физика довольно сложно по причине опасности проведения для здоровья человека. Для облегчения усвоения основ квантовой физики необходимо в учебном процессе широко использовать различные средства наглядности. Но число демонстрационных опытов, которые можно поставить при изучении этого раздела, в средней школе очень невелико. Поэтому для обеспечения наглядности при изучении физики широко применяют "материальные" модели, в которых рассматриваются не сами изучаемые явления, а их аналоги. Этот метод хорошо может применяться при изучении квантовой физики.

Данные модели являются неплохой альтернативой для показа демонстраций. Однако главным минусом модельного эксперимента является то, что не ко всему можно сделать аналогию и механические модели искажают свойства микромира.

Очень большие возможности в данном отношении открывает компьютерное моделирование. С точки зрения преподавателя очевидное, лежащее на поверхности достоинство компьютерного моделирования заключается в возможности создавать впечатляющие и запоминающиеся зрительные образы. Такие наглядные образы способствуют пониманию изучаемого явления и запоминанию важных деталей в гораздо большей степени. Моделирование позволяет придать наглядность абстрактным законам и концепциям, привлечь внимание учащихся к тонким деталям изучаемого явления, ускользающим при непосредственном наблюдении. Графическое отображение результатов моделирования на экране компьютера одновременно с анимацией изучаемого явления или процесса позволяет учащимся легко воспринимать материал.

На сегодняшний день разработано множество графических пакетов и оболочек (Corel DRAW, 3D-Studio, Power-Point, Micro-Cap и др.), а также программно-педагогические средства («Физика в картинках», «Физика на Вашем PC», «Открытая физика 1.0», «Открытая физика 2.5» и др.), позволяющие решать конкретные практические задачи с помощью ЭВМ.

Также предоставляют возможность создавать различные статические и динамические модели, которые очень наглядно демонстрируют различные физические опыты и явления, переходные процессы. Просмотр этих моделей учащимися делает процесс изучения физики интересным и привлекательным, а также во многом упрощает труд преподавателя.

Краткое описание моделей из компьютерной программы «Открытая физика 2.5», фирмы «ФИЗИКОН», раздел «Квантовая физика»:

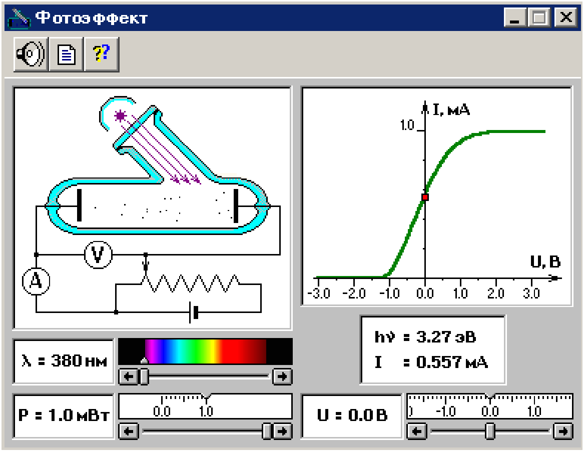


Рисунок 1. Фотоэффект

Явление фотоэффекта. Компьютерная модель предназначена для исследования законов фотоэлектрического эффекта. Предусмотрена возможность выбора ряда параметров: длины волны и интенсивности падающего света, величины и знака напряжения между анодом и фотокатодом. Программа позволяет измерить задерживающий потенциал и определить красную границу фотоэффекта.

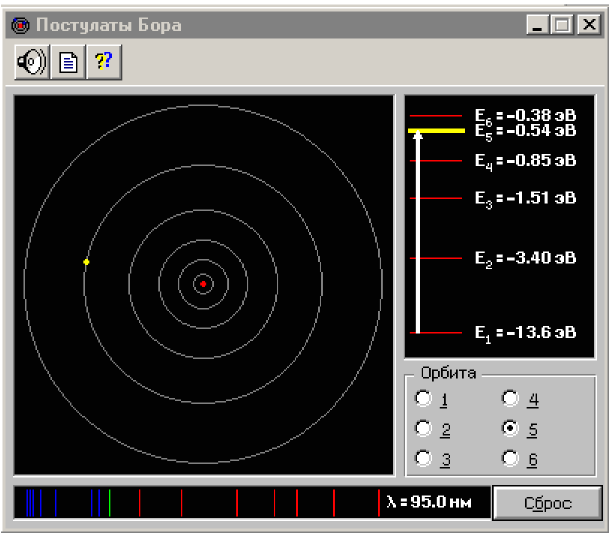


Рисунок 2. Постулаты Бора

Постулаты Бора. Компьютерная модель предназначена для исследования квантовых свойств атомных систем. Программа позволяет познакомиться с понятием энергетических уровней атома водорода с правилом квантования стационарных «боровских» орбит, а также с квантовыми переходами между уровнями.

Методика преподавания физики на сегодняшний день требует новейших педагогических исследований в области поиска инновационных средств, форм и методов обучения и воспитания, связанных с разработкой и внедрением в образовательный процесс современных образовательных и информационных технологий. Для того чтобы поменять отношение учеников к знаниям, надо изменить условия приобретения этих знаний. Роль учителя физики не в том, чтобы яснее, понятнее, красочнее, чем в учебнике, передать информацию, а в том, чтобы стать организатором познавательной деятельности, где главным действующим лицом становиться ученик. Учитель должен организовать и управлять учебной деятельностью ученика. И реализовать это можно, используя различные образовательные технологии, адекватные поставленным задачам. Именно применение в работе педагогических технологий повышает результативность и эффективность учебного процесса.

Список литературы

1. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы: учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 301 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01420-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451430

2. Милантьев, В. П. Атомная физика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. П. Милантьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00405-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/434649

3. Мякишев, Г.Я. Физика. 11 класс: учеб, для общеобразоват. организаций: базовый уровень / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин; под ред. Н. А. Парфентьевой. — 3-е изд. — М.: Просвещение, 2016. – 432 с., [4] л. ил. – (Классический курс). – ISBN 978-5-09-037753-9.

4. Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы: Учеб.пособие для студ. пед. вузов /С.Е. Каменецкий, Н.С. Пурышева, Т.И.Носова и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. -384с.

УДК 378.174

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Ашихмина Е.А., *преподаватель, ГАПОУ МО «ПК «Энергия», г. Реутов, РФ, e-mail: ashserg@yandex.ru*

Ашихмин С.А., *преподаватель, ГБПОУ КИГМ № 23, г. Москва, РФ, e-mail: ashserg65@gmail.ru* **,**

Светлова О.А., *преподаватель, ГАПОУ МО «ПК «Энергия», г. Реутов, РФ e-mail: oka19041986@yandex.ru*

Аннотация. *В статье показано, что использование экологического аспекта в процессе физико-математической подготовки студентов технических колледжей позволяет повысить их познавательную активность, приблизить занятия к реалиям жизни, профессиональной деятельности, решить проблему, связанную с воспитанием нового профессионально грамотного и ответственного за результат своей деятельности специалиста, обладающего необходимым интеллектуальным потенциалом и экологическим сознанием, необходимым сегодня в условиях перехода общества к шестому технологическому укладу.*

Ключевые слова: *развитие экологического сознания, познавательная активность, физико-математические дисциплины, шестой технологический уклад, студенты колледжа, профессиональная подготовка.*

ECOLOGICAL ASPECTS OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL TRAINING OF TECHNICAL COLLEGE STUDENTS AS A CONDITION FOR THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE ACTIVITY

Ashikhmina E.A*., lecturer, GUAPO MO "PC Energy" Reutov, Russia e-mail: ashserg@yandex.ru*

Ashikhmin, S.A.*, lecturer, GBPOU of CIGM No.23 Moscow, Russia e-mail: ashserg@yandex.ru*

Svetlova O.A*., lecturer, GUAPO MO "PC Energy" Reutov, Russia e-mail: oka19041986@yandex.ru*

Annotation. *The article shows that the use of the ecological aspect in the process of physical and mathematical training of students of technical colleges allows them to increase their cognitive activity, bring classes closer to the realities of life,* *professional activity, solve the problem associated with the education of a new professionally competent and responsible for the result of their activities specialist with the necessary intellectual potential and environmental awareness, necessary today in the conditions of society's transition to the sixth technological order.*

Keywords: *development of ecological consciousness, cognitive activity, physical and mathematical disciplines, sixth technological order, college students, professional training.*

XXI век характеризуется вступлением мирового сообщества в шестой технологический уклад, представляющий собой интегрирующий показатель успешности жизненного уровня, опережающего развития науки и динамичной реализации её достижений.

Технологии искусственных нейронных сетей, нано- и биотехнологии, генная инженерия, мембранные и квантовые технологии, фотоника, микромеханика – синтез достижений на этих направлениях приводит к появлению новых экологических проблем. По сути, рассматривая новый технологический уклад, мы рассматриваем тем самым новый уровень развития производительных сил, который формируется в процессе обучения в профессиональных организациях.

Стратегическая ориентация профессионального образования должна быть направлена на сохранение равновесия между производством и природой и должна основываться на формировании новых моральных норм экологического сознания студентов технического колледжа, которые содержат не только знания о природе, но и понимание возможных путей и способов решения экологических проблем [1].

Учитывая, что большинство современных профессий в условиях вступления мирового сообщества в шестой технологический уклад – это профессии, связанные с высокотехнологичным производством, требующие хорошей физико-математической (ФМ) подготовки, то объективным образом в технических колледжах возникает возможность и потребность в интеграции экологического образования с физико-математической (ФМ) подготовкой.

В современных условиях образования полифункциональная интеграция экологического сознания и физико-математической подготовки обучающихся отражает реализацию их субъектной позиции в процессе обучения; способность обеспечить реализацию личностного потенциала ученика, подготовку их к профессиональной деятельности [2].

Математика занимает в этом вполне определённое место в области упорядочивания фактов и построения абстрактной теории. Физико-математические дисциплины – это не только инструмент количественных расчетов, но и средство для качественного анализа различных явлений, в том числе и экологического состояния действительности. Физика и математика проникают во все области человеческого знания, становятся необходимым средством и в области развития экологического сознания.

Применение экологического аспекта в физико-математической подготовке способствует:

- формированию умения, желания и потребности анализировать и решать экологические проблемы;
- Развитию способности применять физико-математические знания в жизненных ситуациях, способности производить расчеты экологических проблемных ситуаций, решать текстовые задачи на уроках;
- развитию уважения и ответственного отношения к окружающей среде, патриотического и экологического сознания;
- выработке интереса к занятию и усиливает значение эколого-охранной деятельности в жизни человека.
- развитию умения давать количественную оценку состояния природных объектов и явлений, положительных и отрицательных последствий деятельности человека в природном и социальном окружении;
- осознание ответственности за воздействия на окружающую среду и экосистему в целом.

Физико-математическая подготовка должна отражать современное состояние действительности, производства, профессиональной деятельности, как в масштабах общественного развития, так и на региональном уровне; расширять знания студентов о своем регионе и его проблемах, формировать умения составить математическую модель и исследовать ее с помощью математических аппаратных средств, и, таким образом, способствовать формированию не только собственно математической компетентности, но и развитию экологического сознания студентов технического колледжа. [3].

Экологический компонент в физико-математической подготовке может быть реализован в процессе:

- проведения занятий с экологической направленностью,
- проведения интегрированных занятий,
- решения задач с экологической тематикой,
- решения задач на основе справочно-информационного материала о состоянии окружающей среды,
- выяснение зависимости динамики развития экосистем от различных условий в виде построения графиков и диаграмм,
- проведения измерительных вычислений и расчетов,
- проведения внеклассных занятий по физике и математике.

Так, например, в процессе изучения тем по физике «Взаимодействие тел», «Причинно-следственные связи» полезно ознакомить студентов с понятиями экологическая система, структура, разнообразие экосистем, их иерархия, потоки энергии, круговорот вещества и информации. При изучении раздела «Статика» темы «Равновесие тел» указать на учение Сукачева В. Н. о механизмах поддержания экологического равновесия. На занятиях математики необходимо показывать роль математических закономерностей в мироустройстве. Законы структурирования и организации, проявляемые в математических теоремах, уравнениях, существуют и в живой и неживой природе, должны отражать и учитывать нарастающие проблемы экологии.

Для понимания целостной научной картины мира в содержание курса «Экология» включено учение В.И. Вернадского, способствующее формированию у учащихся мировоззрения и экологического стиля мышления. Данные понятия представляют собой понятия глобальной экологии.

В рамках этого вида понятия изучается феномен В. И. Вернадского в мировой науке и культуре.

Студенты технических колледжей должны уметь оценивать и предвидеть последствия вмешательства человека в живой мир планеты Земля.

Вибрацию относят к факторам, обладающим высокой биологической активностью, оказывающим воздействие на человека. Студентов колледжа необходимо знакомить с ними при изучении тем математики «Уравнения, описывающие колебательные процессы» и физики «Колебания и волны в природе и технике», особенно теми, которые имеют техногенное происхождение и служат причинами разнообразных патологических состояний нашего организма. Вибрационные заболевания стоят на втором месте после пылевых при рассмотрении профессиональных проблем здоровья [4].

В содержание обучения студентов технического колледжа на занятиях физико-математических (ФМ) дисциплин с целью развития ЭС студентов целесообразно включить социально-экологические знания об антропогенном воздействии на природные компоненты биосферы, об изменении параметров биологического круговорота, газового состава атмосферы, об антропогенных нарушениях биосферы.

Большое воспитательное значение имеют изучение взаимодействия общества и экосистемы на современном этапе, анализ причин экологических кризисов.

В соответствии с требованиями регионального принципа глобальные и региональные проблемы экологической ситуации в регионе и причины её обострения, информация о техногенных факторах экологической ситуации должны найти отражение в содержании ФМ подготовке для развития ЭС студентов. В содержании курса ФМ дисциплин актуально ввести знания о перерасходе природных ресурсов в результате профессиональной деятельности, последствий её антропогенного воздействия. С помощью конкретных примеров включить знания об экологических проблемах области, города, о проблемах утилизации и обезвреживании отходов; информацию о радиационной обстановке, транспортных экологических проблемах. Рассмотреть, по возможности, способы оптимизации городской среды.

Роль задач в процессе обучения определяется прежде всего тем, что цели обучения предмету не сводятся только к овладению определенными алгоритмами решения задач. Посредством решения задач происходит понимание содержательной стороны, экологического содержания действительности и за счет этого усвоение физико-математических тем происходит не на механическом, а на осознано понятийном уровне.

Так, например, при изучении темы «Алгебраические выражения» эффективны такие задачи, как:

В среднем дерево поглощает из атмосферы такое количество углекислого газа, какое выделяют при дыхании три человека.

- Сколько человек выдыхают углекислый газ, который могут поглотить ***n*** деревьев?
- Как называется полученное выражение?

Найти его значение при ***n = 25***; ***n = 100***.

- Почему поглощение углекислого газа деревьями для нас имеет большее значение, чем выделение ими кислорода?
- По требованиям норм СанПин необходимо, чтобы на каждого жителя города приходилось не 0,5 дерева, а более семидесяти м^2 многолетних зеленых насаждений?

При изучении темы «Степень с натуральным показателем»:

Выбросы углекислого газа в атмосферу от сжигания нефти в 2005 году составили 4,2 10^7 т причем наблюдается ежегодный рост в 0,7 раз.

1. Составьте алгебраическое выражение для нахождения величины «нефтяных» выбросов в 2010, 2020 годах.
2. Рассчитайте, какое количество выбросов углекислого газа в атмосферу от сжигания нефти ожидается в 2025 году при неизменной ситуации.
3. Почему, по мнению Д.И. Менделеева, «сжигать нефть – это все равно, что топить печь деньгами»?

На занятиях по физике при изучении темы «Электрическая энергия. Мощность» задачи:

Ветряная электростанция мощностью 3 МВт за год вырабатывает 15 млн кВт*час электроэнергии.

Используя данные таблицы, посчитайте, во сколько раз больше было выработано электроэнергии ветряными электростанциями Германии по сравнению с Россией за 5 лет [5]

Годы	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Германия	18 428	20 622	22 247	23 903	25 777
Испания	10 028	11 615	15 145	16 754	19 149
Индия	4430	6270	7580	9645	10 833
Франция	757	1576	2454	3404	4492
Англия	1353	1962	2389	3241	4051
Украина	77	86	89	90	94
Россия	20	30	70	110	115

Оценка загрязнения атмосферы примесями, наночастицами, осуществляемая с помощью математических моделей с использованием аппроксимаций, эффективна на занятиях студентов технических специальностей в качестве изучения экологических проблем работы современных моделей автомобильного транспорта.

В заключении можно сказать, что использование экологического компонента в физико-математической подготовке позволяет сделать занятие актуальным, значимым, позволяет приблизить его к реалиям жизни, профессиональной деятельности и способствует развитию познавательной активности, уровня экологического сознания студентов технических подготовки. Физико-математическая подготовка студентов колледжа, рассматриваемая в экологическом аспекте, решает проблему, связанную с воспитанием нового профессионально грамотного и ответственного за результат своей деятельности специалиста, обладающего необходимым интеллектуальным потенциалом и экологическим сознанием.

Список литературы

1. Филиппов, Л.И. Шестой технологический уклад: его особенности и место педагогики в нём // Гуманитарные научные исследования. 2018. № 5 [Электронный ресурс]. URL: https://human.snauka.ru/2018/05/25014 (дата обращения: 20.06.2021).

2. Корощенко, Н.А., Кушнир Т.И., Шебанова Л.П., Яркова Г.А. Формирование экологической культуры на уроках математики в школе // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=17836 (дата обращения: 06.10.2021).

3. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов: [учеб. пособие] / Г. В. Лаврентьев, Н. Б. Лаврентьева; М-во образования Рос. Федерации, Алт. гос. ун-т, Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул: АГУ, 2002. - 156 с Г.В.

4. Трухин В.И., Показеев К.В., Шрейдер А.А. Физика и экология // «Экология и жизнь» Научно-популярный и образовательный журнал №3, 2000

5. «Экологические капельки» Алгебра 7-9. Сбоник заданий для 7-9 классов общеобразовательных учреждений. /Лебедянцев С.Ф. Нефедова Н.Х., Симак С.В./, Москва, изд.: Международный социально-экологический союз, 2010 г.

УДК 624.138

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА И ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ ПЛОЩАДКИ ОТКРЫТОГО ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

ГрузинА.В*, кандидат технических наук, доцент,*
Омский государственный технический университет, г. Омск
kargru@mail.ru

Сагитов А.А., *преподаватель,*
Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова, г. Грозный
segitov@mail.ru

Грузин В.В., *доктор технических наук, профессор,*
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан, gruzinvv@mail.ru

Аннотация. *Предварительное уплотнение грунтов и строительных материалов, используемых в качестве основания площадок открытого хранения, позволяет повысить их несущую способность. Это обеспечивает устойчивость штабелей из ящиков с материальными средствами по грунту основания и их целостность в течение нормативного срока их хранения. Цель выполненных исследований – выбор и теоретическое обоснование технологии устройства оснований площадок открытого хранения материальных средств. Предложены конструкция основания площадки открытого хранения и рабочий орган для её устройства. Получены теоретические зависимости, описывающие влияние конструктивных параметров рабочего органа на особенности уплотнения грунтового основания.*

Ключевые слова: *грунт, уплотнение, площадка открытого хранения, технология, навесное оборудование*

ESTABLISHING THE REGULARITIES OF INTERACTION BETWEEN A SPECIALIZED WORKING BODY AND THE GROUND BASE OF AN OPEN STORAGE SITE FOR MATERIAL RESOURCES

Gruzin A.V.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Omsk State Technical University, Omsk, kargru@mail.ru

Sagitov A. A*., Senior Lecturer*
Chechen State University after named A. Kadyrov, Grozny, segitov@mail.ru

***Грузин В.В.**, Doctor of Technical Sciences, Professor*
Kazakh Agrotechnical Unversity named after S. Seifullin, Nur-Sultan,
gruzinvv@mail.ru

***Abstract.** Preliminary compaction of soils and building materials used as the basis of open storage sites allows to increase their load-bearing capacity. This ensures the stability of stacks of boxes with material means on the ground of the base and their integrity during the standard period of their storage. The purpose of the performed research is the choice and theoretical justification of the technology of the device of the bases of open storage sites for material assets. The design of the base of the open storage area and the working body for its device are proposed. Theoretical dependences describing the influence of the design parameters of the working body on the features of compaction of the soil base are obtained.*
***Keywords**: soil, compaction, open storage area, technology, attachments*

I. Введение

В настоящее время на некоторых объектах не только в России и Казахстане, но и в ряде стран ближнего зарубежья, ввиду ограниченной вместимости специализированных хранилищ, материальные средства содержатся на площадках открытого типа хранения. Это с течением времени приводит к ухудшению технических характеристик и эксплуатационных свойств складируемых объектов. За период длительного хранения в суровых климатических условиях размещения материальных средств начали возникать проблемы, связанные с обеспечением их сохранности и безопасного качественного состояния [1, 2]. Анализ состояния материальных средств на площадках открытого хранения показал, что основными факторами, повлиявшими на обеспечение их сохранности, являются: изменение физико-механических свойств грунтов оснований площадок, гниение и разрушение подкладочного материала (рис. 1).

а)

б)

Рис. 1. Нарушение устойчивости штабелей материальных средств на площадках открытого хранения

а – разрушение конструкций деревянных подкладок;

б – погружение деревянной подкладки в грунт

Для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций из-за нарушения устойчивости штабелей на объектах хранения требуется ежегодно осуществлять перекладывание тары с материальными средствами на площадках открытого хранения. Кроме этого, практический опыт эксплуатации площадок открытого хранения показывает, что работы при восстановлении их грунтовых оснований производятся без соответствующих регламентирующих правил и методик [2].

II. Постановка задачи

Решение проблемы обеспечения устойчивости штабелей материальных средств по грунту основания и их сохранности на площадках открытого хранения в течение всего нормативного срока хранения видится в совершенствовании технологии уплотнения их грунтовых оснований за счет силового воздействия специализированным рабочим органом (РО).

III. Технология

Необходимость увеличения несущей способности грунтовых оснований мест хранения материальных средств на открытых площадках актуализирует поиск прогрессивных технологий подготовки грунтовых оснований и совершенствование конструкций существующего грунтоуплотняющего оборудования. Решение проблемы обеспечения устойчивости по грунту основания штабелей материальных средств на площадках открытого хранения в условиях различных климатических зон и стохастического характера залегания грунтов видится в предварительной подготовке – профилировании существующего грунтового основания. Предлагаемая технология подготовки грунтового основания площадки (1) включает в себя поэтапное выполнение следующих операций: съём верхнего слоя грунта, растительного покрова с корнями, примесями и планировка выемки бульдозерным оборудованием (2); уплотнение выемки трамбующим катком (3); выгрузка местного грунта для заполнения выемки (4); планировка бульдозерным оборудованием засыпанного (заполненного) грунта (5); уплотнение планированного грунта трамбующим катком (6); повторная выгрузка местного грунта для образования насыпи в основании площадки (7); повторная планировка грунта насыпи бульдозерным оборудованием (8); повторное уплотнение грунта насыпи трамбующим катком (9) (рис. 2) [3-5]. После устройства грунтовой подсыпки из дисперсного несвязного грунта с помощью специализированного РО выполняется формирование в ней уплотнённых выемок трапециевидной формы (10, 11) с последующей установкой железобетонных подкладок под материальные средства (12). На заключительном этапе выполняется подсыпка щебня (песчаного гравия) уплотненной грунтовой насыпи площадки с бетонными подкладками и ее планировка (13), укладка укупорок с материальными средствами и формирование штабеля на площадке открытого хранения (14, 15).

Выполнение указанной последовательности в технологии подготовки грунтового основания позволяет повысить надежность конструкции площадки открытого хранения и увеличить её несущую способность, что, в свою очередь, обеспечит устойчивость штабеля с материальными средствами в течение длительного периода их хранения.

Для проведения своевременных инженерно-технологических мероприятий, как по усилению уже существующих грунтовых оснований площадок открытого хранения, так и для устройства вновь создаваемых необходимо:

– выполнить полевые или лабораторные исследования деформационных свойств грунтов;

– установить рациональные параметры конструктивных элементов РО для подготовки основания.

– В строительной отрасли при устройстве автомобильных дорог, аэродромов активно используется широкая номенклатура специализированных грунтоуплотняющих машин и механизмов [6]. Тем не менее, специфика их применения для возведения площадок открытого хранения материальных средств требует дополнительного изучения. Для реализации предложенной технологии устройства грунтового основания площадок открытого хранения была разработана конструкция навесного оборудования для формования уплотненных выемок под железобетонные подкладки, на которые устанавливаются укупорки с материальными средствами.

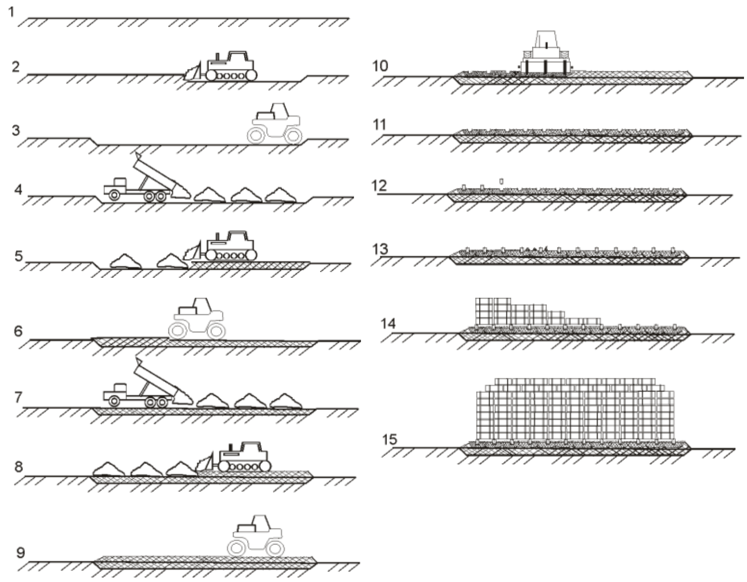


Рис. 2. Технологическая последовательность подготовки основания площадки открытого хранения для размещения штабелей из материальных средств

Навесное грунтоуплотняющее оборудование состоит из металлического гладкого вальца 1 радиусом $\boldsymbol{r_{Rl}}$ соединенного с рамой 2 торцевым пальцем. Рама 2 с вальцом 1 жестко соединена с толкающей рамой 3, которая шарнирно соединена с базовой машиной 5 при помощи цапф 6. Подъем и опускание навесного оборудования со специализированным РО осуществляется гидроцилиндрами 4 который соединен с рамой вальца при помощи кронштейн 7. После проведения работ по уплотнению грунта гладким вальцом для образования выемок устанавливается бандажное кольцо радиусом r_{BR} с трапециевидной поверхностью 9 (рис. 3 а и б) [3].

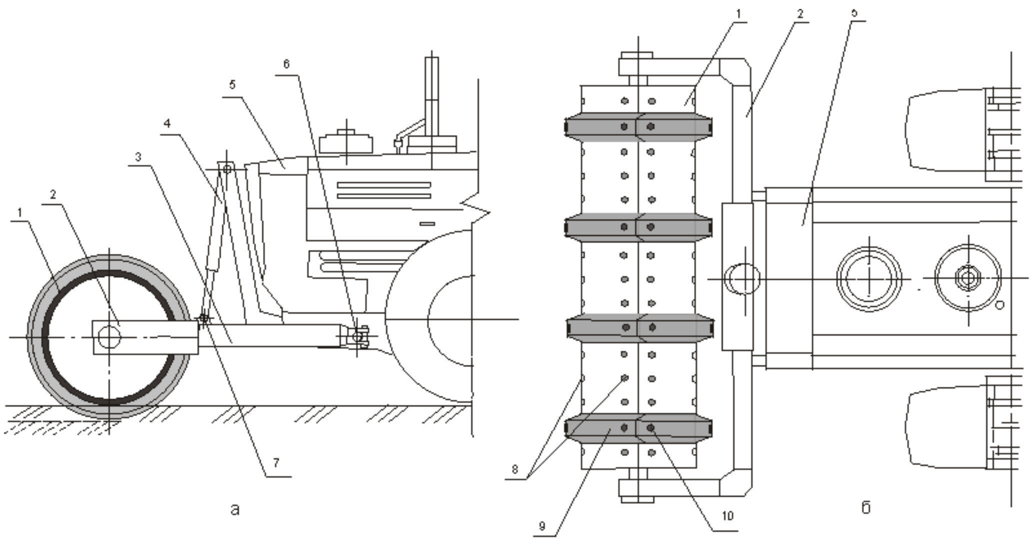


Рис. 3. Специализированный РО для подготовки уплотненного грунтового основания

Бандажные кольца, изготовленные в виде полуколец, прикрепляются на валец болтами 10 на специальные резьбовые отверстия вальца, после съемы болтов заглушек 8. Расстояния между бандажными кольцами устанавливаются в зависимости от размеров укупорок материальных средств формируемого штабеля на площадке открытого хранения.

Поперечное сечение бандажного кольца представляет собой равнобочную трапецию с меньшим основанием равным a и углом γ наклона боковой поверхности конической формы бандажа к плоскости, перпендикулярной оси вращения, специализированного РО (рис.4).

Очевидно, что на динамику РО будут оказывать, как физико-механические свойства грунта основания, так и геометрические характеристики самого РО. Это необходимо учитывать при структурном и параметрическом синтезе базовой машины с предлагаемым навесным оборудованием.

IV. Теория

В ходе аналитических исследований предлагается уточнить характер силового взаимодействия РО и грунтового основания в процессе формирования профилированной уплотнённой выемки под железобетонную подкладку. В перспективе, анализ закономерностей, описывающих процессы, происходящие в системе «рабочий орган – грунтовое основание», позволит установить, как рациональные значения конструктивных параметров самого РО, так и технологические режимы его работы [7-9]. Ранее выполненными исследованиями установлено, что зависимость между приложенными напряжениями и вызванными ими деформациями в грунте носит нелинейный характер [10-13]. При этом, процесс развития деформаций в грунтовой среде, при внедрении в нее рабочего органа, описывается сложной системой дифференциальных уравнений [7]. Существующие аналитические и эмпирические зависимости в общем случае учитывают стохастический характер залегания грунта на строительных площадках и представляют собой различные реологические модели [7,14]. При проведении аналитических исследований силового взаимодействия РО и грунтового основания в процессе формирования профилированной уплотнённой выемки под железобетонную подкладку предлагается ввести следующие допущения:

– тяговое усилие базовой машины $\boldsymbol{P_{TE}}$ и сила нагружения грунта РО $\boldsymbol{P_C}$ постоянны;

– уплотняемый слой грунта подсыпки толщиной $\boldsymbol{h}$ устраивается по абсолютно жёсткой постели;

– дисперсный несвязный грунт представляет собой увлажнённую до оптимального значения, изотропную, сжимаемую среду, обладающую внутренним трением;

– уплотнение грунта происходит в направлении перпендикулярном дневной поверхности грунта под действием вертикального сжимающего напряжения $\boldsymbol{\sigma_z}$, возникающего от действия веса РО и силы его нагружения гидроцилиндрами базовой машины;

– уплотнение грунта обусловлено исключительно пластическими деформациями, упругие деформации отсутствуют;

– рабочий орган состоит из цилиндрического вальца, на который установлены $\boldsymbol{n}$ одинаковых уплотняющих секций, включающих в себя два бандажных полукольца с двумя боковыми коническими поверхностями (рис. 3);

– сопротивление прямолинейному движению и вдавливанию РО в грунт обусловлено только действием сил реакции грунта.

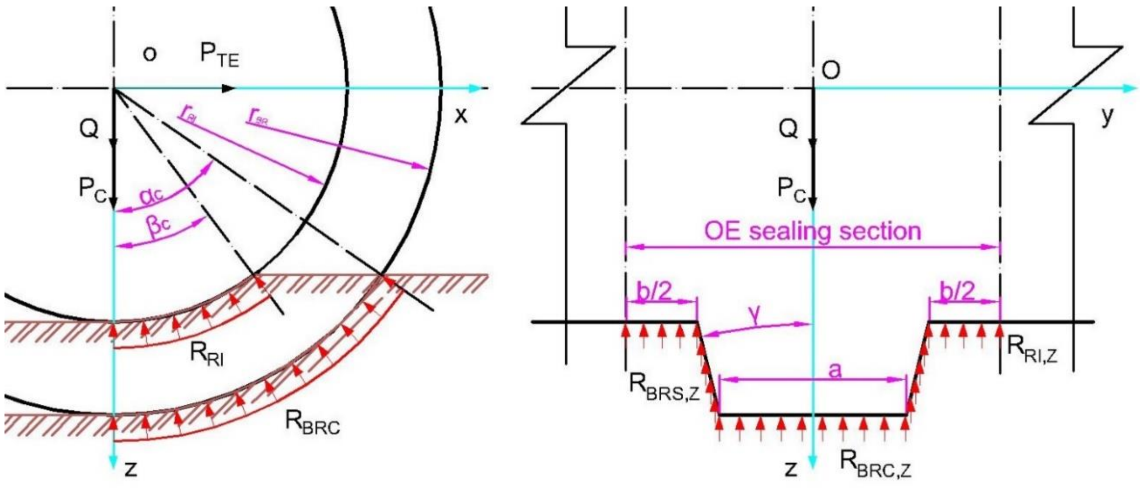


Рис. 4. Расчётная схема действия сил в системе «рабочий орган – грунтовое основание» (уплотнение грунта)

а – вид сбоку; б – вид сверху

В соответствии с принятыми допущениями формование выемки сложной формы происходит под действием веса РО и силы его нагружения гидроцилиндрами базовой машины. Система «рабочий орган – грунтовое основание» находится в равновесном состоянии, которое описывается уравнением вида

$$\sum F_z = 0\,. \qquad (1)$$

В соответствии с принятыми допущениями и расчётной схемой, представленной на рисунке 4, уравнение (1) можно записать в виде

$$P_C + Q - n\cdot\left(R_{BRC,z} + 2\cdot R_{BRS,z} + R_{Rl,z}\right) = 0\,, \qquad (2)$$

где $\boldsymbol{P_C}$ – сила нагружения РО; $\boldsymbol{Q}$ – вес РО; $\boldsymbol{n}$ – количество однотипных уплотняющих секций РО; $\boldsymbol{R_{BRC,z}}$ – равнодействующая проекций на ось $\boldsymbol{OZ}$ реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него цилиндрической частью бандажа РО; $\boldsymbol{R_{BRS,z}}$ – равнодействующая проекций на ось $\boldsymbol{OZ}$ реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него одной из боковых сторон бандажа РО; $\boldsymbol{R_{Rl,z}}$ – равнодействующая проекций на ось $\boldsymbol{OZ}$ реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него цилиндрическим вальцом РО.

В ходе формирования дна уплотнённой выемки шириной $\boldsymbol{a}$ от цилиндрической части бандажного кольца в грунте возникает реакция $\boldsymbol{R_{BRC}}$. Выделим на цилиндрическом участке зоны контакта грунта и бандажного кольца РО бесконечно малую площадку, центр которой определяется угловой координатой $\boldsymbol{\alpha}$ и расстоянием от плоскости симметрии $\boldsymbol{XOZ}$ уплотняющей секции рабочего органа $\boldsymbol{y}$ (рис. 4, 5).

Таким образом, площадь $\boldsymbol{ds}$ выбранной элементарной площадки будет равна

$$ds = dl\cdot dy\,. \qquad (3)$$

Проекция на ось $\boldsymbol{OZ}$ реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него цилиндрической частью бандажа РО и действующей на элементарную площадку, описывается уравнением:

$$dR_{BRC,z} = \sigma_z\cdot dx\cdot dy = \sigma_z\cdot ds\cdot\cos\alpha\,. \qquad (4)$$

С учётом уравнения (3) уравнение (4) можно записать в виде:

$$dR_{BRC,z} = \sigma_z\cdot\cos\alpha\cdot dl\cdot dy\,, \qquad (5)$$

где величина $\boldsymbol{dl}$ определяется выражением:

$$dl = r_{BR}\cdot d\alpha\,. \qquad (6)$$

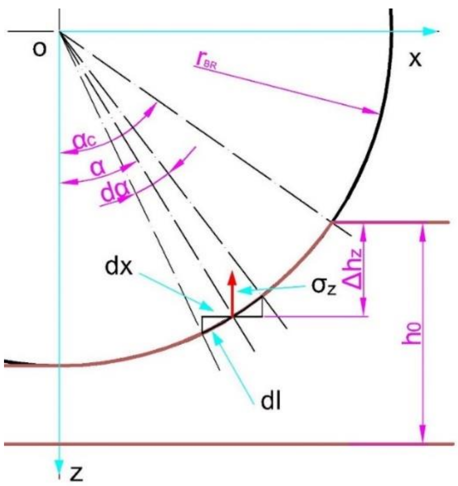


Рис. 5. Расчётная схема определения реакции на цилиндрической

поверхности бандажа РО

При выполнении аналитических исследований взаимодействия РО с грунтом предлагается использовать эмпирическую модель, которая устанавливает зависимость между вертикальным сжимающим напряжением $\boldsymbol{\sigma_z}$, возникающем в грунте при вдавливании в него РО, и вызываемой им вертикальной относительной деформацией грунта $\boldsymbol{\varepsilon_z}$ [10]:

$$\varepsilon_z = k_1 \cdot \left(1 - e^{-k_2 \cdot \sigma_z}\right)^{k_3}, \tag{7}$$

где $\boldsymbol{\sigma_z}$ – вертикальное сжимающее напряжение в слое грунта от действия внешней нагрузки, МПа; $\boldsymbol{k_1}$, $\boldsymbol{k_2}$, $\boldsymbol{k_3}$ – положительные коэффициенты (>0), зависящие от физико-механических свойств грунта и уточняемые по результатам его компрессионных испытаний.

Величина относительной вертикальной деформации $\boldsymbol{\varepsilon_z}$ слоя грунта, определяется известным выражением:

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta h_z}{h_0}, \tag{8}$$

где $\boldsymbol{\Delta h_z}$ – вертикальная деформация слоя грунта от действия внешней нагрузки;

$\boldsymbol{h_0}$ – исходная толщина уплотняемого слоя грунта.

С учётом уравнения (8) разрешим уравнение (7) относительно вертикального сжимающего напряжения $\boldsymbol{\sigma_z}$ в виде:

$$\sigma_z = -k_4 \ln\left(1 - k_5 \cdot \Delta h_z^{k_6}\right), \tag{9}$$

где $\boldsymbol{k_4}$, $\boldsymbol{k_5}$, $\boldsymbol{k_6}$ – положительные коэффициенты (>0), зависящие от коэффициентов k_1, k_2, k_3, рассчитываются по формулам:

$$\begin{cases} k_4 = \dfrac{1}{k_2} \\ k_5 = \dfrac{1}{\sqrt[k_3]{h_0 \cdot k_1}} \\ k_6 = \dfrac{1}{k_2} \end{cases}. \tag{10}$$

В свою очередь, вертикальная деформация слоя грунта $\boldsymbol{\Delta h_z}$ от действия внешних сил описывается уравнением вида:

$$\Delta h_z = r_{BR} \cdot \cos\alpha - r_{BR} \cdot \cos\alpha_c = r_{BR} \cdot \left(\cos\alpha - \cos\alpha_c\right). \tag{11}$$

Таким образом, с учётом уравнений (5), (9) и (11) равнодействующая $\boldsymbol{R_{BRC,z}}$ проекций на ось $\boldsymbol{OZ}$ реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него цилиндрической частью бандажа РО, рассчитывается по формуле:

$$R_{BRC,z} = \int_{-a/2}^{a/2} \int_{0}^{\alpha_c} \left[-k_4 \ln\left(1 - k_5 \cdot \left(r_{BR} \cdot \left(\cos\alpha - \cos\alpha_c\right)\right)^{k_6}\right)\right] \cdot \cos\alpha \cdot r_{BR} \cdot d\alpha \cdot dy. \tag{12}$$

После преобразований уравнение (12) будет иметь следующий вид:

$$R_{BRC,z} = -k_4 \cdot a \cdot r_{BR} \cdot \int_0^{\alpha_c} \left[\ln\left(1 - k_5 \cdot \left(r_{BR} \cdot (\cos\alpha - \cos\alpha_c)\right)^{k_6}\right) \right] \cdot \cos\alpha \cdot d\alpha \,. \qquad (13)$$

По аналогии с уравнением (13) для равнодействующей $\boldsymbol{R_{Rl,z}}$ проекций на ось ***OZ*** реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него цилиндрическим вальцом РО, можно записать уравнение:

$$R_{Rl,z} = -k_4 \cdot b \cdot r_{Rl} \cdot \int_0^{\beta_c} \left[\ln\left(1 - k_5 \cdot \left(r_{Rl} \cdot (\cos\beta - \cos\beta_c)\right)^{k_6}\right) \right] \cdot \cos\beta \cdot d\alpha \,. \qquad (14)$$

Для определения реакции грунта $\boldsymbol{R_{BRS}}$ на нагрузку, передаваемую на него боковой поверхностью конической формы бандажа РО, выделим на боковой поверхности конической формы бандажа, контактирующей с грунтом, бесконечно малую площадку, центр которой определяется угловой координатой $\boldsymbol{\beta}$ и расстоянием $\boldsymbol{r}$ от оси вращения РО (рис. 6).

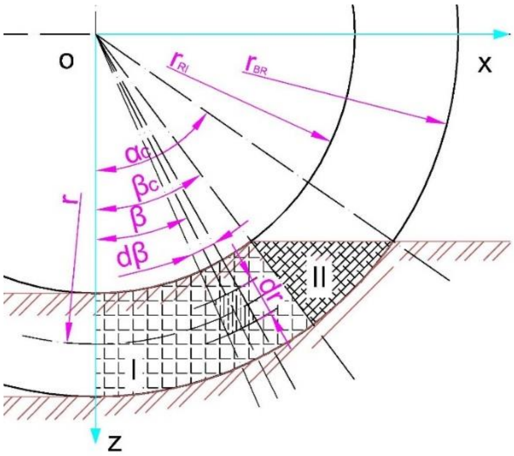


Рис. 6. Расчётная схема определения реакции на боковой поверхности конической формы бандажа

Таким образом, площадь ***ds*** выбранной элементарной площадки на боковой поверхности конической формы бандажа будет равна:

$$ds = \frac{dl \cdot dr}{\cos\gamma} = \frac{r}{\cos\gamma} \cdot dr \cdot d\beta \,, \qquad (15)$$

где величина ***dl*** определяется выражением:

$$dl = r \cdot d\beta \,. \qquad (16)$$

Проекция на ось ***OZ*** реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него боковой поверхностью конической формы бандажа РО, и действующей на элементарную площадку, описывается уравнением:

$$dR_{BRS,z} = \frac{\sigma_z \cdot \cos\beta}{\sin\gamma} \cdot ds \,. \qquad (17)$$

С учётом уравнения (15) уравнение (17) будет иметь следующий вид:

$$dR_{BRS,z} = \frac{\sigma_z \cdot r \cdot \cos\beta}{\sin\gamma \cdot \cos\gamma} \cdot dr \cdot d\beta = \frac{2 \cdot \sigma_z \cdot r \cdot \cos\beta}{\sin 2\gamma} \cdot dr \cdot d\beta \,. \qquad (18)$$

Равнодействующая $\boldsymbol{R_{BRS,z}}$ проекций на ось ***OZ*** реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него одной из боковых сторон бандажа РО, предлагается определять как сумму двух равнодействующих $\boldsymbol{R_{I,z}}$ и $\boldsymbol{R_{II,z}}$ проекций на ось ***OZ*** реакции грунта на нагрузку на участке ***I*** и ***II*** соответственно (рис. 6):

$$R_{BRS,z} = R_{I,z} + R_{II,z}\ . \tag{19}$$

Равнодействующая $\boldsymbol{R_{I,z}}$ проекций на ось ***OZ*** реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него участком ***I*** боковой поверхности конической формы бандажа РО, рассчитывается по формуле

$$R_{I,z} = \int_{0}^{\beta_c}\int_{r_{Rl}}^{r_{BR}} \frac{2\cdot\sigma_z\cdot r\cdot\cos\beta}{\sin 2\gamma}\,dr\cdot d\beta\,. \tag{20}$$

Деформация слоя грунта $\boldsymbol{\Delta h_z}$ от действия на него внешней нагрузки от боковой поверхности конической формы бандажа РО описывается уравнением вида (рис. 6):

$$\Delta h_z = r\cdot\cos\beta - r_{Rl}\cdot\cos\beta_C\,. \tag{21}$$

Таким образом, с учётом уравнений (9) и (21) уравнение (20) будет иметь следующий вид:

$$R_{I,z} = -\frac{2\cdot k_4}{\sin 2\gamma}\int_{0}^{\beta_c}\int_{r_{Rl}}^{r_{BR}} \ln\left(1-k_5\cdot\left(r\cdot\cos\beta - r_{Rl}\cdot\cos\beta_c\right)^{k_6}\right)\cdot r\cdot\cos\beta\cdot dr\cdot d\beta\,. \tag{22}$$

Равнодействующая $\boldsymbol{R_{II,z}}$ проекций на ось ***OZ*** реакции грунта на нагрузку, передаваемую на него участком ***II*** боковой поверхностью конической формы бандажа РО, рассчитывается по формуле:

$$R_{II,z} = \int_{\beta_c}^{\alpha_c}\int_{f(\beta)}^{r_{BR}} \frac{2\cdot\sigma_z\cdot r\cdot\cos\beta}{\sin 2\gamma}\,dr\cdot d\beta\,, \tag{23}$$

где функция ***f(β)*** определяется уравнением:

$$f(\beta) = r_{Rl} + \frac{\left(r_{BR}-r_{Rl}\right)\cdot\left(\beta-\beta_c\right)}{\alpha_c-\beta_c}\,. \tag{24}$$

Таким образом, с учётом уравнений (9) и (21) уравнение (23) будет иметь следующий вид

$$R_{II,z} = -\frac{2\cdot k_4}{\sin 2\gamma}\int_{\beta_c}^{\alpha_c}\int_{f(\beta)}^{r_{BR}} \ln\left(1-k_5\cdot\left(r\cdot\cos\beta - r_{Rl}\cdot\cos\beta_c\right)^{k_6}\right)\cdot r\cdot\cos\beta\cdot dr\cdot d\beta\,. \tag{25}$$

V. Обсуждение результатов

В ходе аналитических исследований была получена система уравнений (2), (13), (14), (19), (22) и (25), описывающих взаимодействие РО и грунта в процессе его уплотнения. Поскольку аналитическое решение данных уравнений не представляется возможным, предлагается воспользоваться численным методом их решения. Исходными данными для численного решения системы уравнений (2), (13), (14), (19), (22) и (25) являются:

– деформационные характеристики грунта;

– конструктивные параметры РО навесного оборудования для уплотнения грунта вдавливанием.

Результаты численного решения системы уравнений позволяют установить рациональные параметры РО для конкретных грунтовых условий площадки открытого хранения. При этом, очевидно, что суммарная величина силы нагружения грунта РО гидроцилиндрами базовой машины $\boldsymbol{P_C}$ и его веса $\boldsymbol{Q}$ должна быть не меньше величины эксплуатационной нагрузки. Аналогичные нагрузки необходимо предусмотреть при проведении компрессионных испытаний образцов уплотняемого грунта в лабораторных условиях и при выполнении экспериментальных исследований на моделях РО.

VI. Выводы и заключение

Накопленные запасы материальных средств не снижают актуальности задачи обеспечения их сохранности в условиях размещения на площадках открытого хранения. Ожидается, что предлагаемое технологическое решение проблемы позволит снизить риски возникновения чрезвычайных ситуаций, связанные с потерей устойчивости по грунту основания штабелей материальных средств. Предложенная конструкция РО позволит на практике реализовать разработанную технологию уплотнения грунта под железобетонные подкладки. Определение режимов взаимодействия РО грунтоуплотняющих машин и механизмов, и уплотняемого грунтового пространства является основополагающим при выборе рациональных параметров и проектировании подобных технических систем. Поэтому численное решение полученных уравнений, описывающих реакцию грунта основания на уплотняющее действие от специализированного РО, позволит выбрать рациональные параметры РО для конкретных грунтовых условий площадки открытого хранения материальных средств.

Список литературы

1. Грузин, В. В. Технология и механизация подготовки оснований площадок хранения боеприпасов: монография / В. В. Грузин, П. А. Ермекбаев, К. Б. Есбергенов. – Караганды: Болашак-Баспа, 2015. – 186 с.

2. Есбергенов, К. Б. Обзор и анализ состояния проблемы поготовки оснований мест хранения боеприпасов / К. Б. Есбергенов, В. В. Грузин // Вестник Национального университета обороны. – 2012. – № 2. – С. 82–86.

3. Иннов. пат. 28354 Республика Казахстан, МПК E02D 3/046, E21B 7/28, E02D 3/026. Грунтоуплотняющее оборудование / В. В. Грузин В.В., К. Б. Есбергенов, А. К. Тогусов; Астана, Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. – 2013/0899.1 ; заявл. 04.07.13 ; опубл. 15.04.14, Бюл. № 4.

4. Иннов. пат. 29425 Республика Казахстан, МПК E04B 1/00, E04B 1/04. Подкладка / В. В. Грузин В.В., К. Б. Есбергенов, Б. Б. Джаксиликов ; Астана, Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. – 2014/0270.1 ; заявл. 12.03.14 ; опубл. 25.12.14, Бюл. № 12.

5. Иннов. пат. 27504 Республика Казахстан, МПК E02D 27/32. Способ подготовки основания места для хранения материальных средств / В. В. Гру-

зин В.В., К. Б. Есбергенов, А. Б. Катчибаев; Астана, Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК. – 2013/0171.1 ; заявл. 13.02.13 ; опубл. 15.10.13, Бюл. № 10.

6. Абраменков, Д. Э. Средства механизации и технология строительного производства : монография / Д. Э. Абраменков, А В. Грузин, В. В. Грузин ; под общ. ред. д.т.н., проф. Э. А. Абраменкова. – Saarbrucken, Germany: Palmarium academic publishing, 2012. – 327 с.

7. Gruzin, A. V. Theoretical researches of rammer's operating element dynamics in a soil foundation of oil and oil products storage tank / A.V. Gruzin, V.V. Gruzin, V.V. Shalay // Procedia Engineering. – 2016. – №152. – pp. 182-189. – DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.689.

8. Gruzin, A. V. Simulation of «Foundation — A vertical oil storage tank» system by Gibbs-Roseboom method [Electronic resource] / A. V. Gruzin // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2141. – DOI: 10.1063/1.5122086

9. Hutangkabodee, S. Soil parameter identification for wheel-terrain interaction dynamics and traversability prediction / S. Hutangkabodee, Y. Zweiri, L. Seneviratne, K. Althoefer // Int. J. of Automation and Computing. – 2006. – Vol. 3 (3). – P. 244–251. – DOI: 10.1007/s11633-006-0244-0.

10. Gruzin, A. V. Improvement of a dispersed non-cohesive soil deformation model [Electronic resource] / A. V. Gruzin, V. V. Gruzin // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1210. – DOI: 10.1088/1742-6596/1210/1/012055.

11. Meirion-Griffith, G. Simulation and experimental validation of a modified terramechanics model for small-wheeled vehicles / G. Meirion-Griffith, M. Spenko // Int. J. Vehicle Design. – 2014. – Vol. 64, № 2/3/4. – P. 153–169. – DOI: 10.1504/IJVD.2014.058499.

12. Bekakos, C. Off-Road Tire-Terrain Interaction: An Analytical Solution / C. Bekakos, G. Papazafeiropoulos, D. O'Boy, J. Prins, G. Mavros // SAE Int. J. Commer. Veh. – 2016. – Vol. 9, № 2. – P. 244–251. – DOI: 10.4271/2016-01-8029.

13. Harnisch, C. A New Tyre-Soil Interaction Model for Vehicle Simulation on Deformable Ground / C. Harnisch, B. Lach, R. Jakobs, M. Troulis, O. Nehls // Vehicle System Dynamics: Int. J. of Veh. Mechanics and Mobility. – 2005. – Vol. 43 (1). – P. 384–394. – DOI: 10.1080/00423110500139981.

14. Bekker, M. G. Theory of land locomotion: the mechanics of vehicle mobility. / M. G. Bekker. – Ann Arbor : University of Michigan Press, 1956. –522 p.

УДК 373.51

РАЗВИТИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Зубайраева Х.М., *студентка,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: zybairaevahava@mail.ru

Умарова Л.Х., *кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и МПФ, Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный*
e-mail: lipa-um@yandex.ru

Век наш таков, что он гордится машинами,
умеющими думать, и побаивается людей,
проявляющих ту же способность.
(Г. Мамфорд Джон)

Аннотация. *В данной статье рассматривается развитие естественнонаучной грамотности учащихся при изучении физики. Россия стремится попасть в международные рейтинги школьного образования - такие, как PISA и PIRLS, как и многие развитые страны и, следовательно, развитие естественнонаучной грамотности - основная задача ассоциации преподавателей физики, ведь от уровня образованности населения зависит уровень развития страны.*

Ключевые слова: *учащиеся, педагогический процесс, физика, развитие, система, результат, учитель.*

DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCE LITERACY OF STUDENTS IN TEACHING PHYSICS

Zubayraeva H.M., *student,*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: zybairaevahava@mail.ru

Umarova L.H., *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and MTP,*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: lipa-um@yandex.ru

Our age is such that it is proud of machines
that can think, and is afraid of people who show the same ability.
(G. Mumford John)

Annotation. *This article will consider the development of natural science literacy of students in the study of physics. Russia seeks to get into international rankings of school education, such as PISA and PIRLS, like many developed countries* *and, therefore, the development of natural science literacy is the main task of the association of physics teachers, because the level of development of the country depends on the level of education of the population.*

Keywords: *students, pedagogical process, physics, development, system, result, teacher.*

«Национальный план развития образования устанавливает общие руководящие принципы развития навыков практической грамотности. Одной из его целей является подготовка интеллектуально, физически и умственно развитых граждан конкретной страны в средних школах для удовлетворения их образовательных потребностей в целях обеспечения успеха и социальной адаптации в быстро меняющемся мире» [3].

Результатом развития функциональной грамотности является то, что учащиеся приобрели ключевые системы компетенций.

В новой ситуации процесс обучения учащихся в школах должен быть направлен на развитие способности вносить свой вклад в реализацию концепции «образование через всю жизнь». Задача современного образования – не просто распространять знания или превращать их в инструмент творческого познания мира. Данные исследований в области психологии и педагогики показывают, что новые знания студентов могут формироваться аддитивным способом, а также путем пересмотра предыдущих знаний, формулирования новых проблем и популяризации гипотез. В этом случае знания учащихся являются инструментальными, и окружающие его процессы и явления нуждаются в объяснении в жизни учащегося. Вопрос о том, как целенаправленно развивать интеллект, творческое мышление учащихся, формировать научное мировоззрение и активный жизненный статус с помощью специальных методов обучения, все еще существует. Это проблема номер один в современном инновационном поиске [1].

В широком смысле функциональная грамотность – это способ социальной ориентации личности, который связывает образование с многоуровневой деятельностью человека.

С 2015 года планируется проведение внешней оценки сформированности функциональной грамотности на государственном уровне. Но мы всегда должны помнить, что функциональная грамотность не может быть сформирована быстро. Это длительный процесс. Более того, необходимо формировать функциональную грамотность школьников с самого начала работы учителя. Как сказала одна мудрость: учителя – это не люди, которые дают знания, а люди, которые развивают эти знания в других.

Для максимальной самореализации и полезного участия в общественной жизни учащимся необходимо самостоятельно извлекать, анализировать, структурировать и эффективно использовать получаемую информацию. «В условиях модернизации роль физики велика. У нее есть много областей исследований, которые являются «маргинальными» по сравнению с другими дисциплинами, увеличивая и обеспечивая разработку эффективных способов и методов решения задач и проблем, жизненно важных для людей. Ядром этого процесса является функциональная грамотность, поскольку под ней понимается «способность человека решать стандартные жизненные задачи в различных сферах жизни и деятельности на основе прикладных знаний».

В связи с этим исследования по физике должны быть направлены на развитие функциональной грамотности учащихся. К сожалению, как показывают результаты международного исследования, именно с формированием естественнонаучной грамотности большинства школьников наша система образования до сих пор не может удовлетворительно справиться. Работая с учащимися, мы часто задаемся вопросом «понимают ли наши дети то, что они читают?». И ответ, который мы даем себе «нет, они не понимают», но им нужно научиться изобретать, понимать новые вещи, выражать свои идеи и принимать решения. Это означает, что учителям нужно переключиться на исследовательские проекты и творческие занятия при обучении естественнонаучной грамотности при обучении физике учащихся. Для этого нужны «новые учителя, которые открыты для нового. Они понимают особенности детской психологии и развития школьников, и они очень хорошо разбираются в своих темах». Для этого необходимо оснастить класс интернетом и интерактивными досками, приборами различного рода, которых учащиеся, по большей вероятности, не видели, запускать научно-исследовательские работы. Среди многих психолого-педагогических источников это прямо показывает, что компетентность может быть наиболее успешно сформирована в рамках проектной деятельности или методик формирования критического мышления. Но проектная деятельность замечательна. В рамках классной системы в учебном процессе ее применение, по-видимому, подвержено определенным ограничениям. Поэтому для решения поставленной задачи целесообразнее использовать критическое мышление [3].

Критическое мышление – это система стратегий мышления и коммуникативных качеств, которая позволяет эффективно взаимодействовать с информационной реальностью. Образовательная технология, разработанная компанией «критическое мышление», основана на принципе коммуникативной деятельности в обучении, обеспечивает диалог, интерактивную модель классной комнаты, совместный поиск решений проблем и «партнерство» между преподавателями и студентами.

Невозможно использовать интегрированную систему инновационного обучения на курсах физики. Если вы не понимаете общего механизма такого рода обучения, изучите возможность того, что они будут играть определенную роль в исследовании различных частей школьной программы по физике. Определение условий инновационного обучения позволяет нам выявить механизмы и разработать технологические процессы, обеспечивающие эффективные результаты образовательной деятельности.

Деятельность учителей-новаторов выявила ряд серьезных противоречий, которые негативно сказались на качественном уровне усвоения физических законов. Они противоречивы: между увеличением объема информации и отсутствием гибкости в курсах и планах; между требованиями общества к уровню развития, предметной подготовке учащихся и отсутствием практических условий для реализации; учащиеся ускоряют личностное и интеллектуальное развитие; между замечательной идеей гуманизированного образования и быстрой реализацией в виде сокращения времени естественных предметов, (именно в этом процессе формирование психологической деятельности способствует обучению детей самообучению); между необходимостью установления обучения на основе творческой деятельности учащихся, основанной на направлении «личный успех» и репродуктивным характером массового школьного образования ; признавая необходимость обучения творчеству и импровизации в классе для стимулирования развития познавательного интереса, а также чрезмерный энтузиазм учителей к «инновациям», фрагментарность и низкую степень систематизации знаний учащихся; между личными интересами учащихся (обычно определяемыми их познавательными способностями) и существующими формами организации обучения, ориентированными на сотрудничество учителя с классом или группой; требованиями деятельности учащихся, то есть требованиями деятельности учащихся. Это создало условия для его субъективного статуса на уроках физики и преимуществ методов обучения [7].

В результате поиска есть способы перевести физическое образование на новый качественный уровень: создать условия, чтобы все учащиеся могли участвовать в активном процессе формирования знаний и широкой деятельности. Это связано с умным созданием и управлением эмоциональным полем, созданным на уроке физики, максимальным использованием внутренних резервов мотивации учащихся, что делает процесс обучения добровольным по своей природе [3].

Методы использования инновационных технологий в обучении физике будут эффективными, если они обеспечат полноценное участие учащихся в познавательной деятельности на занятиях, предполагают самостоятельный прием и анализ результатов, а также организацию поисковой деятельности (исследования, игры, дискуссии и т.д.) в форме диалога.), положительное эмоциональное отношение учащихся к содержанию курса и направленность учителей на достижение успеха в учебной деятельности, - следовательно, это часть учащегося: учителя ставят проблемы, задачи, обсуждают со студентами, проводят дискуссии и планируют мероприятия, учащиеся решают поставленные перед ними задачи и оценивают полученные результаты. Этот вид взаимодействия является объектно-субъектным общением, поскольку предметом педагогического общения всегда является определенное содержание (объект), по отношению к нему. Даже когда невозможно прийти к общему мнению, дискуссия все равно доказывает свою рациональность, потому что она позволяет человеку глубже понять проблему и контролировать противоречия и столкновения между различными решениями [2].

Особое значение имеет рефлексивное понимание каждым участником проделанной работы. Поэтому важно, чтобы на заключительном этапе обсуждения студенты имели возможность как бы со стороны увидеть ход совместных мероприятий и свою личную роль в них.

Под рефлексией обычно понимают, с одной стороны, способность человека анализировать собственные мысли, чувства и намерения, а с другой стороны – способность предсказывать мысли, чувства и поведение других людей, связанные с самим собой или третьей стороной. В контексте рефлексии наиболее четко проявляется взаимосвязь между тремя сторонами общения: восприятие – обмен информацией – взаимодействие [5].

Очевидно, что образовательная деятельность должна быть в основном продуктивной (а не репродуктивной) и включать в себя следующие виды деятельности: объяснение и описание явлений; использование и построение моделей явлений и процессов; прогнозирование изменений; формулирование выводов на основе имеющихся данных; анализ этих выводов и оценка их достоверности; выдвижение гипотез и определение методов проверки этих выводов; формулирование целей исследования; формулирование планов исследований; и обсуждение естественнонаучных вопросов.

Поэтому материалы курса должны «создавать повод» для организации этих мероприятий и ставить образовательные задачи по формированию естественнонаучной грамотности. Поэтому, условно, содержание курса может быть подвергнуто своеобразному тестированию. Общий смысл тестовых вопросов заключается в этом. Позволяет ли содержание курса формулировать продуктивные вопросы и задачи? Другими словами, может ли какой-либо из методов (формул, моделей, алгоритмов), представленных в курсе, быть использован для решения ряда образовательных задач, соответствующих перечисленным выше видам деятельности?

Это основное требование к способностям учителя, если он ставит задачу формирования естественнонаучной грамотности учащихся [7].

Сами учителя должны обладать способностью формировать естественнонаучную грамотность, что не всегда так. Только в этом случае он сможет целенаправленно использовать задания по естественнонаучной грамотности в учебном процессе и самостоятельно разрабатывать эти задания, так называемые задания, ориентированные на способности.

Учителя должны выступать в качестве организаторов (или координаторов) производственной деятельности учащихся.

Это фактически означает, что на определенном уровне преподаватели должны быть квалифицированы как ученые-исследователи, то есть в процессе своей профессиональной подготовки (включая повышение квалификации) они принимают и в дальнейшем дополняют опыт исследовательской деятельности в области естественных наук. [4]

Примерные задания для развития у учащихся естественнонаучной грамотности при обучении физике

Задание 1. «Дрон-рейсинг»

Дрон-рейсинг – это гонки дронов. Дроны мчатся к финишу на скорости свыше 100 км/ч. Беспилотниками управляют гонщики с помощью специальных очков виртуальной реальности и пульта дистанционного управления – контроллера. В таких состязаниях требуется не только максимальная скорость. Нужно прийти к финишу первым, преодолев все преграды и пролетев через чек-пойнты – специальные подсвеченные участки трассы. Для этого необходимо чувствовать размеры дрона, чтобы провести его между преградами, правильно совершить манёвр, вписаться в крутой поворот. Это напоминает компьютерную игру, которая происходит на самом деле.

В дрон-рейсинге существует ограничение: расстояние между роторами диаметрально противоположных моторов не должно превышать установленного значения. Наиболее популярные классы дронов – от 210 до 250 мм. Количество моторов обычно не регламентируется, но почти все пилоты летают на квадрокоптерах – это оптимальное решение с точки зрения мощности, веса и аэродинамики. При этом время полёта гоночных дронов невелико и в среднем составляет 3–5 минут.

Вопрос 1:

Двое друзей собираются участвовать в дрон-рейсинге. Ребята настроены на победу и сформулировали проблемы, которые необходимо решить до соревнований. На какие из указанных ниже вопросов ребята смогут ответить, используя естественнонаучные методы? Выберите все верные ответы.

А. В какой цвет покрасить корпус дрона для того, чтобы он понравился зрителям?

В. Какова должна быть ёмкость аккумуляторной батареи квадрокоптера для пролёта всей дистанции гонок?

С. Можно ли увеличить размеры пропеллеров, если изменить мощность электродвигателя?

Д. Могут ли школьники участвовать в гонках Всероссийской лиги дрон-рейсинга?

Е. Можно ли использовать видеоаппаратуру, дающую задержку изображения до 20 миллисекунд, если предполагается разгонять дрон до 100 км/ч?

Ответ: 2, 3, 5

Вопрос 2:

Оцените возможную протяжённость трассы для соревнований дронов. Приведите расчёты.

Ответ: дроны летают 3–5 мин. Со скоростью 100 км/ч., следовательно, протяжённость трассы составляет примерно 5-8 км.

Вопрос 3:

Беспилотные летательные аппараты – это самолёты, вертолёты, аэростаты или дроны, которые пилотируются дистанционно оператором или полностью автоматически. На протяжении многих лет самой популярной сферой применения беспилотников были военные операции. Сегодня для беспилотников расширены границы их деятельности. А подготовка операторов беспилотников обычно начинается с дрон-рейсинга. Приведите не менее трёх примеров возможного применения беспилотных летательных аппаратов.

Ответ: Примеры применения беспилотных летательных аппаратов:

1. Для проведения видеосъёмки с воздуха;
2. Для доставки интернет-покупок бесконтактным способом;
3. Для проведения метеорологических наблюдений;
4. Для тушения пожаров;
5. Для мониторинга за трафиком/грузоперевозками

Задание 2. Распространение запахов

В долгий зимний вечер два друга Петя и Ваня решили провести эксперимент. Петя измерил температуру воздуха в комнате, взял освежитель воздуха и распылил его, находясь в дальнем углу комнаты. Ваня, находясь в противоположном углу, в это же время включил секундомер. Когда Ваня почувствовал запах освежителя, то отключил секундомер. После этого друзья хорошо проветрили комнату. Петя опять замерил температуру – она оказалась ниже температуры воздуха в комнате во время первого эксперимента. Повторив все те же действия, что и в предыдущем случае, друзья получили другое время.

Вопрос 1:

Выберите верное утверждение

А. Друзья изучали зависимость скорости распространения запаха освежителя воздуха от агрегатного состояния вещества

В. Друзья изучали зависимость скорости распространения запаха от температуры воздуха в комнате.

С. Расстояние, на которое распространялся запах освежителя воздуха в ходе двух экспериментов, менялось.

Д. При уменьшении температуры воздуха в комнате скорость распространения запаха возрастает.

Ответ: В

Вопрос 2:

Опять проветрив комнату и замерив температуру, ребята поменяли освежитель воздуха на мамины духи. Температура воздуха для третьего эксперимента была такой же, как и во втором эксперименте. Проделав те же действия, друзья получили новое время распространения запаха. Для того, чтобы определить, какой запах распространяется быстрее, Петя предложил сравнить результаты первого и третьего экспериментов, а Ваня – второго и третьего экспериментов. Кто из ребят прав? Поясните свой ответ.

Ответ: Ваня. Для того, чтобы определить зависимость одной величины (скорость распространения запаха) от другой (рода пахучей жидкости), необходимо, чтобы остальные параметры опыта были одинаковыми (температура, расстояние). Расстояние во всех трёх опытах было одинаковым, а температура была одинаковой во втором и третьем опытах, поэтому прав Ваня.

В заключении имеют место быть слова Конфуция: «Есть три пути к знанию: путь подражания – самый простой путь, путь размышления – самый благородный путь и путь опыта – самый горький путь». Стоит полагаться на свой школьный опыт. Не тратьте впустую свою энергию, чтобы достичь своих целей как можно скорее. Хороший учитель – это человек, который умело использует все три метода, в зависимости от выбранных целей и поставленных задач. Вам не следует бояться ошибок, потому что ошибки иногда дают больше преимуществ, чем гладкий путь. Самое главное – верить в себя, в свои силы и двигаться в правильном направлении.

Список литературы

1. Абдулаева, О.А. Естественнонаучная грамотность. Земля и космические системы. Тренажер. 7-9 классы: учеб. Пособие для общеобразоват. Организаций / О.А. Абдулаева, А.В. Ляпцев, Д.С. Ямщикова; под ред. И.Ю. Алексашиной. – 2-е изд.- М.: Просвещение, 2021.
2. Абдулаева, О.А. Естественнонаучная грамотность. Физические системы. Тренажер. 7-9 классы: учеб. Пособие для общеобразоват. Организаций / О.А. Абдулаева, А.В. Ляпцева; под ред. И.Ю. Алексашиной. – М.: Просвещение, 2020.
3. Барбер М., Муршед М. Как добиться стабильно высокого качества обучения в школах. Уроки анализа лучших систем школьного образования мира. // Вопросы образования. №3, 2008.
4. Венгер А.Л., Калимуллина Г.Р., Каспржак А.Г., Поливанова К.Н., Соколова О.В., Тюменева Ю.А. Российская школа: от PISA-2000 к PISA-2003/ под общ. Ред. Каспржака А.Г., Поливановой К.Н. М.: Логос, 2006.
5. Каспржак А.Г., Митрофанов К.Г., Поливанова К.Н., Соколова О.В., Цукерман Г.А. Российское школьное образование: взгляд со стороны (психолого-педагогический анализ результатов тестирования российских подростков в международном исследовании PISA-2000) // Вопросы образования. 2004. №1
6. Краткие итоги исследования PISA-2018// Центр оценки качества образования ИСРО РАО, 2018. [Электронный ресурс]. www.centeroko.ru
7. Основные результаты международного исследования PISA-2015 // Центр оценки качества образования ИСРО РАО, 2016. [Электронный ресурс]. www.centeroko.ru
8. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. №1. С. 79-109
9. Приказ Рособрнадзора №590, Минпросвещения России №219 от 06.05.2019 «Об утверждении Методологии и критериев оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся»
10. https://infourok.ru/sbornik-zadanij-dlya-formirovaniya-estestvennonauchnoj-gramotnosti-uchashihsya-7-klassov-na-urokah-fiziki-5225015.html

УДК 541.123:546.21'831'832

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ TlInSe2 - TlGdSe2

Матиев А.Х., *доктор физико-математических наук, академик РАЕН, профессор, Ингушский государственный университет, г. Магас, Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, в.н.с. КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный e-mail:matiyev-akhmet@yandex.ru*

Успажиев Р.Т., *кандидат физико-математических наук, доцент, Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, e-mail:russlan@mail.ru*

Аннотация. *В работе представлены результаты экспериментального исследования системы $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$ методами дифференциально-термического (ДТА), микроструктурного (МСА), рентгенофазового (РФА) анализов и измерения* ***микротвердости.*** *Установлено, что максимальная растворимость $TlGdSe_2$ в $TlInSe_2$ составляет 10 мол. %. При частичном замещении атомов индия атомами гадолиния ширина запрещенной зоны уменьшается, а параметры элементарной ячейки увеличиваются.*

Ключевые слова: *сплавы, микротвердость, система, диаграмма, твердые растворы.*

PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF THE SYSTEM $TlInSe_2$ - $TlGdSe_2$

Matiyev A.Kh., *doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Professor, Ingush State University, Magas, Grozny State Oil Technical University named after M.D. Millionshchikova, Grozny, e-mail: matiyev-akhmet@yandex.ru*

Uspazhiev R.T., *candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Grozny State Oil Technical University named after V.I. M.D. Millionshchikova, Leading Researcher, KNII im. H.I. Ibragimov RAS Grozny, e-mail:russlan@mail.ru*

Annotation. *The paper presents the results of an experimental study of the $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$ system by differential thermal (DTA), microstructural (MCA), X-ray phase (XRD) analyzes and microhardness measurements. It was found that the maximum solubility of $TlGdSe_2$ in $TlInSe_2$ is 10 mol. %. With the partial substitution of gadolinium atoms for indium atoms, the band gap decreases and the unit cell parameters increase.*

Keywords: *alloys, microhardness, system, diagram, solid solutions.*

Введение

В работах [1,2] выполнен синтез и в некоторых случаях детально исследованы физико-химические [3], электрофизические [4,5] и теплофизические свойства сплавов системы $TlIaX_2^{VI}$-$TlLnX_2^{VI}$, где Ln - лантаноиды, X_2^{VI}-S, Se, Tl. Показано существование в этих системах широких областей растворимости на основе исходных соединений типа $TlInX_2^{VI}$.

Цель исследования

Целью настоящей работы являлось физико-химическое исследование системы $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$, так как в литературе не имеется сведений по рентгенографическому и электрофизическому исследованию сплавов системы $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$.

Методика и организация исследования

Исходными веществами служили элементы высокой чистоты: T1 - 99,99 масс. %; Gd - 99,5 масс. %; In -99,999 масс. %; Se - марки В-5. За исключением гадолиния чистота исходных элементов вполне удовлетворительна. Несмотря на то, что значительную часть примесей в гадолинии составляют соседние лантаноиды, которые не должны вызвать резкого изменения свойств образцов, проведены районы пи очистке гадипшшя методом зонной плавки. Уставлено, что 8-10 -кратная зонная очистка позволяет повысить чистоту данного элемента до 99,7 масс.%. Сплавы системы синтезировали следующим образом. Исходные элементы, загруженные в вакуумированную до 0,01 Па ампулу, помещали в печь. В зависимости от содержания гадолиния печь нагревали до температуры 800-1000 К (до полного исчезновения паров селена). Для предотвращения бурной реакции между расплавленным селеном и стружками Gd, их помещали в разные полена П-образной кварцевой ампулы. Образовывался однородный по внешнему виду тонкодисперсный порошок. Взаимодействие металла со стенками ампулы не наблюдалось. Гомогенизирующий отжиг проводили при 1200-1250К в течение недели. Образцы системы $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$ готовили путем сплавления соединения $TlInSe_2$ и $TlGdSe_2$ в разных состояниях. При этом температуру в печи повышали со скоростью 25-50 к/ч до 1150-1250 К. Ампулы выдерживали при этой температуре 4-5 ч и медленно охлаждали до температуры отжига, определенной предварительно по кривым ДТА. Сплавы, содержащие до 10 мол. % $TlGdSe_2$, отжигали при 550-600 К в течение 48 ч,а сплавы с концентрацией $TlGdSe_2$ 10-30 мол. % - при 800-820 К в течение 96 ч. После чего температуру снижали до комнатной со скоростью 15-20 к/ч.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследованием методами ДТА, РФА электрических свойств образцов и измерением микротвердости определили границы растворимости $TlGdSe_2$ в $TIInSe_2$ при комнатной температуре (рис 1,2). Все эффекты по кривой ДТА - эндотермические и обратимые. Во всех сплавах кроме $TllnSe_2$ обнаружены по два эффекта; при 1000-860 и 1030-950 К. Первый эффект соответствует солидису, а второй - ликвидусу системы $TlInSe_2$ - $TlGdSe_2$. На термограммах чистого $TlInSe_2$ наблюдается лишь один эффект при 1040 К, соответствующий точке плавления $TllnSe_2$.

Для выявления микроструктуры образцов использовали полировку и травление в разбавленной $HN0_3$ (1:1) и смеси H_2O_2 и NaOH (1:3). Установлено, что сплав, содержащий 10 мол.% $TlGdSe_2$, является однофазным при комнатной температуре, все остальные образцы - двухфазные механические смеси, состоящие из эвтектики и светлой фазы (твердые растворы на основе $TIInSe_2$). Состав эвтектики при 920 К соответствует 19,8 мол. % $TlGdSe_2$. На основе дифференциально-термического и микроструктурного анализов построили часть диаграммы TlInSerTIGdSei при содержании $TlGdSe_2$ < 30 мол. % (рис.1 а).

В области твердых растворов значение микротвердости (рис. 1,*б*) увеличивается, а в области механической смеси значения микротвердости для каждой фазы остается без изменения.

РФА проведен на основе дифрактограмм порошка, снятых на приборе Дрон-1,5 в CuK_0- излучении. Данные МСА подтверждаются результатами РФА (рис. 2). Как видно из рис.2,в дифрактограмме сплава состава 10мол. % $TlGdSe_2$ повторяются линии, свойственные $TlInSe_{2j}$, следовательно, он является твердым раствором на основе $TlInSe_2$. Видно, что с увеличением концентрации $TlGdSe_2$ в смеси до 10 мол. % рентгенодифрактометрические линии, характерные для $TeInSe_2$, монотонно уменьшаются, что свидетельствует о вхождении атомов Gd в структуры $TlInSe_2$ и образовании твердых растворов $TlIn|_{.x}Gd_xSe_2$.

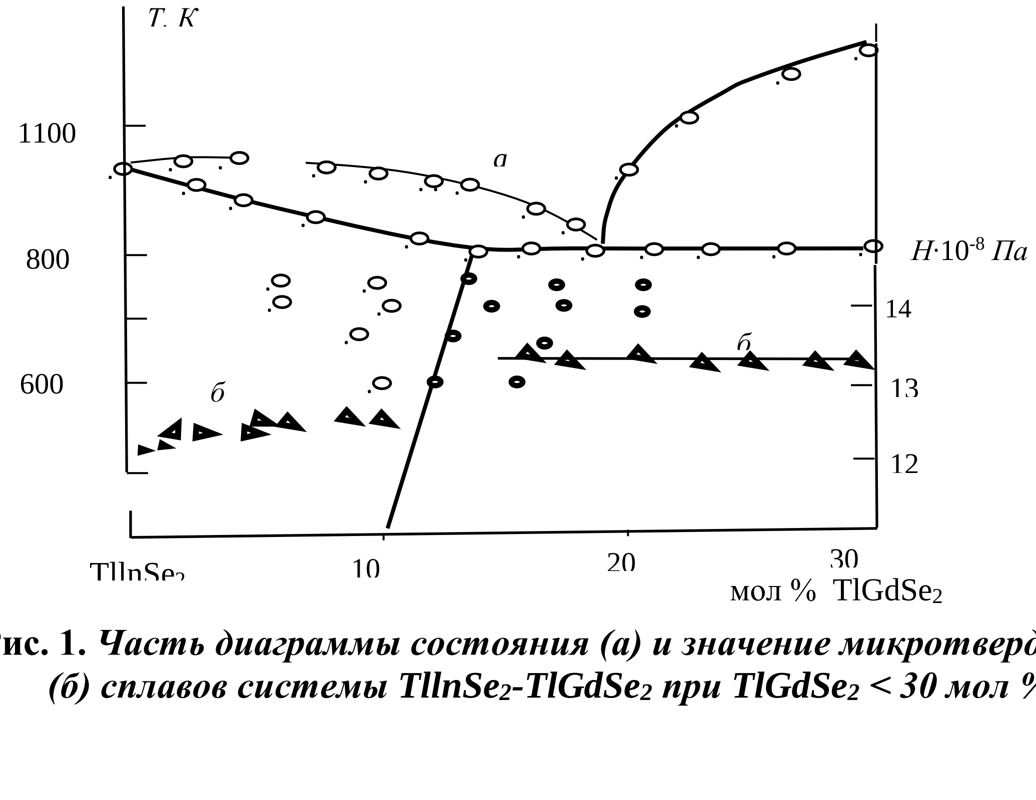


Рис. 1. ***Часть диаграммы состояния (а) и значение микротвердости (б) сплавов системы $TllnSe_2$-$TlGdSe_2$ при $TlGdSe_2$ < 30 мол %.***

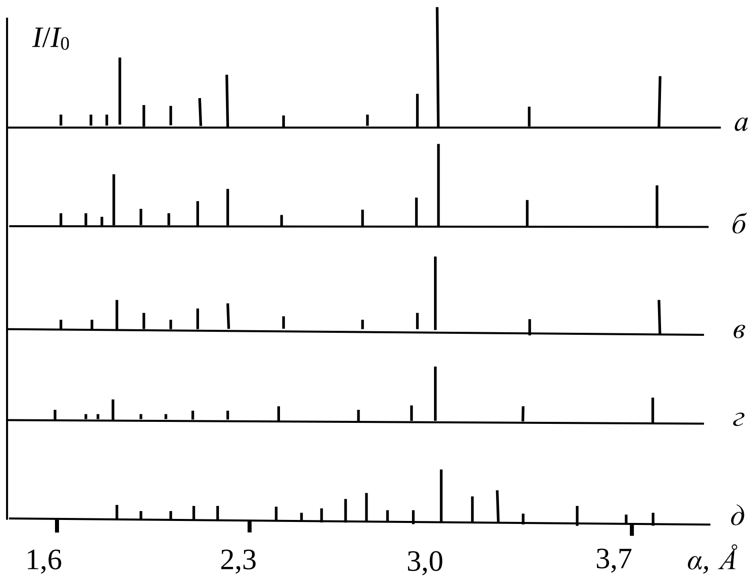


Рис. 2. Схемы рентгенограмм твердых растворов
TIIn,.$_x$Gd$_x$Se$_2$: x = 0 (а); 0,03(б); 0,06 (в); 0,08 (г); 0,10 (д).

Положение линий отражения, соответствующих твердому раствору TeIn|.$_x$Gd$_x$Se$_2$ (0,2 < *x* < 0,10), при этом не меняются. Таким образом, анализ дифрактограммы показывает, что в системе $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$ образуется ряд твердых растворов и его протяженность ограничивается содержанием 10 мол. % $TlGdSe_2$, и что фазы, прилегающие к $TlInSe_2$, кристаллизуются в тетрагональной сингонии на "основе решетки $TlInSe_2$.

Параметры элементарных ячеек а и с кристаллических решеток твердых растворов $TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$, рассчитанные по измеренным значениям межплоскостных расстояний (d) увеличиваются с увеличением содержания $TlGdSe_2$ в $TlInSe_2$ до 10 мол.% (рис 3,а), что, по-видимому, связано с различием ионных радиусов индия и гадолиния (r_{In}=0,92 А r_{Gd}=0,94 А) [6,7] . Можно полагать, что наблюдаемый характер изменения *а* и с при замещении In на Gd обуславливает значительную деформацию кристаллических решеток твердых растворов, что является причиной ограниченной области гомогенности зависимость значений плотности от состава показала монотонные изменения значений *d* твердых растворов $TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$ с небольшим отклонением от линейности (рис. 3,6).

Методом Бриджмена - Стокбаргера выращены монокристаллы твердых растворов $TlIn_{1-x}$ Gd_xSe_2 (0< x<0,10), скалывающиеся в виде параллелепипедов с темно-зеркальными поверхностями.

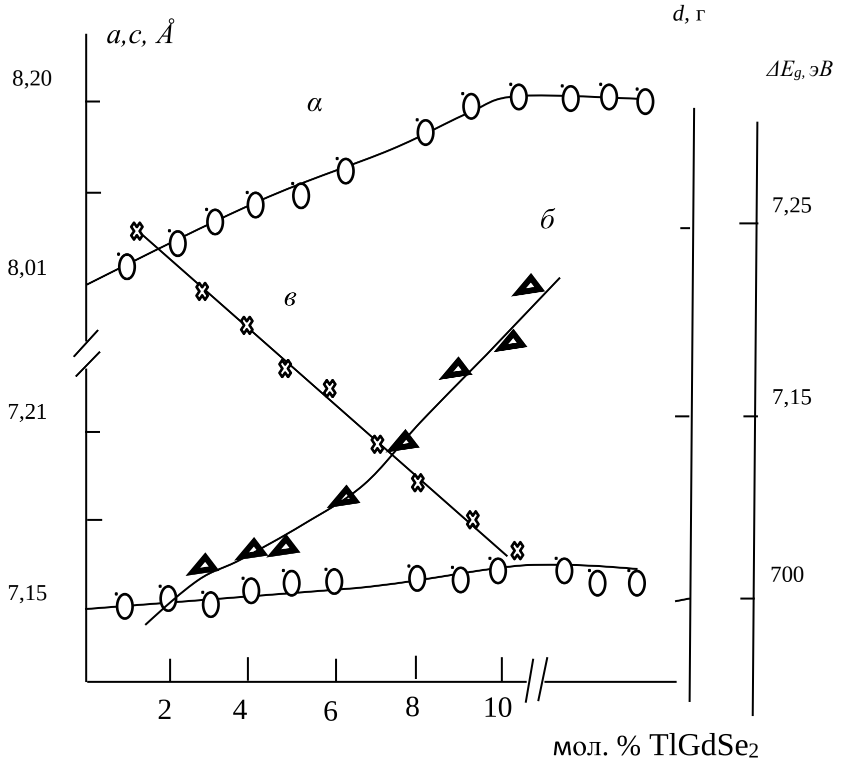


Рис. 3. Концентрационные зависимости параметров элементарных ячеек (а), рентгенографической (1) и пикнометрической (2), плотности (б) и ширины

Ширины запрещенных зон исследованных фаз определялись по высокотемпературным наклонам температурных зависимостей электропроводности $(\lg\sigma = f(10^3/T))$ и эффекта Холла $(\lg RT^{3/2} = f\left(\frac{10^3}{T}\right)$ различных составов твердых растворов $TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$ (рис. 3,в). Видно, что ширина запрещенной зоны при частичном замещении атомов индия атомами гадолиния уменьшается. Это также позволяет заключить, что концентрационный интервал образования твердых растворов системы $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$ составляет 0-10 мол.%, что коррелирует с результатами ДТА, МСА, РфА анализов и подтверждает их.

Выводы

В системе $TlInSe_2$-$TlGdSe_2$ существует ограниченный ряд твердых растворов замещения, образующихся со стороны $TlInSe_2$; максимальная растворимость $TlGdSe_2$ в $TlInSe_2$ составляет 10 мол. %. При частичном замещении атомов индия атомами гадолиния ширина запрещенной зоны уменьшается, а параметры элементарной ячейки увеличиваются.

Список литературы

1. G.D. Guseynov, E.M. Kerimova, R.S. Gamidov.Phys. Stat. Solids, 1969, v.34, № 1, p. 34-38.

2. Э.М. Годжаев, М.М. Зарбалиев, К.М. Рзаев и dр. Журн. физ. химии, 1975, т.40, №9, с. 2458-2459.

3. К.М. Годжаев, К.Д. Оруджев, В.А. Мамедов. А.Х. Матиев. Изв. АН. СССР, Неорган. материалы, 1981, Е.17, №8 с.1388-1391.
5. Э.М. Гаджиев, К.Д.Оруджев. и др. Изв. АН. СССР, Неорган. материалы, 1981, т.17, №2, с.233-235.
6. Годжаев Э.М. Структуры, электронные и тепловые свойства сложных полупроводников на основе *sp* и *4f*/Э.М. Годжаев. – дис на соискании ученой степени доктора физ.- мат. наук, Баку, ИФАН, 1985, с. 350-360
7. Физика и химия редкоземельных элементов/под ред. Гианайднера К. и Айринга Л.М. – Металургия, 1982, с. 336 (справочник).
8. Ормонт, Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников/ Б.Ф. Ормонт. – М.: Высш. шк.,1973, с. 655.

УДК 541.123:546.21'831'832

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ TlSe – ErSe

Матиев А.Х., *доктор физико-математических наук, академик РАЕН, профессор, Ингушский государственный университет, г. Магас, Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, в.н.с. КНИИ им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный, г. Грозный, e-mail:matiyev-akhmet@yandex.ru*

Успажиев Р.Т., *кандидат физико-математических наук, доцент, Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, e-mail:russlan@mail.ru*

Аннотация. *Изучение взаимодействия в системе TlSe - ErSe показало, что при соотношении компонентов 1:1 образуется соединение* $TlErSe_2$ *с инконгруэнтным плавлением и эвтектикой со стороны TlSe, причем растворимость ErSe составляет 3мол % при комнатной температуре. Рентгенографический анализ и исследования температурной зависимости электропроводности и коэффициента Холла монокристаллов* $TlErSe_2$ *выявили, что это соединение кристаллизуется в тетрагональной сингонии и является полупроводником р-типа с шириной запрещенной зоны 1,40 эВ.*

Ключевые слова: *сплавы, система, диаграмма, монокристаллы, твердые растворы.*

PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF THE TlSe - ErSe SYSTEM

Matiyev A.Kh., *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Professor, Ingush State University, Magas, Grozny State Oil Technical University named after M.D. Millionshchikova, Grozny, e-mail: matiyev-akhmet@yandex.ru*

Uspazhiev R.T., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Grozny State Oil Technical University named after V.I. M.D. Millionshchikova, Leading Researcher,KNII im. H.I. Ibragimov RAS Grozny,*
e-mail:russlan@mail.ru

Annotation. *The study of the interaction in the TlSe – ErSe system showed that at a component ratio of 1: 1, the compound TlErSe2 is formed with incongruent melting and eutectic on the TlSe side, and the ErSe solubility is 3 mol% at room temperature. X-ray diffraction analysis and studies of the temperature dependence of the electrical conductivity and Hall coefficient of* $TlErSe_2$ *single crystals revealed that this compound crystallizes in the tetragonal system and is a p-type semiconductor with a band gap of 1.40 eV.*
Keywords: *alloys, system, diagram, single crystals, solid solutions.*

Введение

Тройные таллиевые халькогениды редкоземельных элементов являются представителями нового класса полупроводниковых материалов [1-8]. Известно, что решетка TlSe составлена из двух самостоятельных структурных единиц: из восьмивершинника с ионным характером связи M-X (металл-халькогенид, Tl^{1+}-Se) и тетраэдра с ковалентной связью между M-X (Tl^3+-Se).

Цель исследования

Для управления полупроводниковыми свойствами при катионном замещении в структурных рамках типа TlSe практически возможным и наиболее рациональным является замещение трехвалентных ионов таллия в тетраэдрах соответствующими элементами III^B подгруппы (Ga, In), а также трехвалентными редкоземельными элементами (Er, Sm, Yb,Dy,Gd), не затрагивая при этом одновалентных ионов Tl^+ в восьмивершиннике. В связи с этим в настоящей работе было изучено взаимодействие в системе TlSe-ErSe и электрические свойства кристаллов $TlErSe_2$.

Методика и организация исследования

Образцы системы TlSe-ErSe получены прямым сплавлением элементов высокой чистоты в кварцевых ампулах, вакуумированных до 1,3-10^{-2}Па. Температура печи при этом поднималась со скоростью 5 К/мин до 1490 ± 70 К. При этой температуре ампула выдерживалась в течение 8-9 часов, а затем медленно охлаждалась до температуры отжига, определенной по кривым дифференциально-термического анализа (ДТА). Сплавы, содержащие в своем составе до 50 мол % ErSe, отжигали при температуре 690 ± 10 К в течение 580 часов, а сплавы с концентрацией ErSe 50-100 мол % - при 1410 ± 20 К в течение 630 часов.

Низкотемпературную часть диаграммы состояния системы TlSe-ErSe исследовали на приборе НТР-64, а высокотемпературную - на установке ВДТА-8, позволяющей работать до 2470 К под давлением спектрально чистого гелия.

Рентгенограммы порошковых образцов $TlErSe_2$ снимали на установке УРС-55 в Cu Кa-излучении в камере РКД-57.

Для исследования электрических свойств соединения $TlErSe_2$ были получены его монокристаллы, выращенные видоизмененным методом Бриджмена-Стокбаргера в специально изготовленных ампулах из плавленого кварца. Внутренние стенки ампулы были покрыты слоем графита. Ампулы помещали в вертикальную двухзонную печь. Равновесную температуру в верхней высокотемпературной зоне устанавливали на 25^30К выше температуры плавления. Между этими двумя зонами имелась переходная зона с градиентом температуры ~20К/см. Ампула с веществом с помощью специального механизма вводилась вдоль оси трубчатой печи в верхнюю высокотемпературную зону и после 15У20- часовой стабилизации режима перемещалась вниз со скоростью 0,8мм/час. За 7^8 дней ампула с веществом, полностью пройдя через переходную зону кристаллизации, оказывалась в низкотемпературной зоне печи. Затем температуры обеих зон медленно (2^3 суток) понижались до комнатной. Полученные таким образом слитки $TlErSe_2$ состояли из ориентированных вдоль ампулы длинных (~9см) тончайших волокон, образующих монолитный кристалл.

Электропроводность и коэффициент Холла монокристаллов $TlErSe_2$ исследовались компенсационным методом. Образцы для измерений имели форму прямоугольного параллелепипеда с размерами (3x4x12)-10^{-3}м. Для создания надежных омических контактов вольфрамовые зонды приваривались к боковым граням образца при помощи конденсаторного разряда.

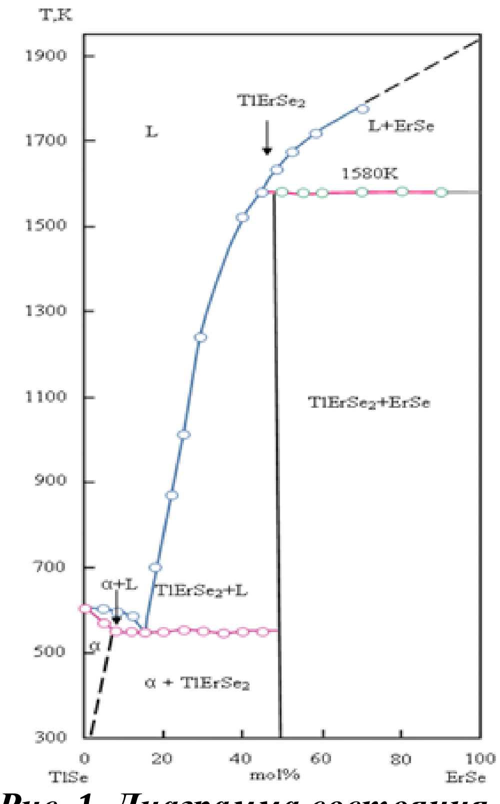


Рис. 1. Диаграмма состояния системы TlSe-ErSe.

Результаты исследования и их обсуждение

Построенная по результатам ДТА диаграмма состояния системы TlSe - ErSe показана на Рис. 1. Как следует из данной диаграммы,в системе TlSe - ErSe при соотношении компонентов 1:1 образуется соединение $TlErSe_2$ с инконгруэнтным плавлением и эвтектикой со стороны TISe. Эвтектика кристаллизуется при температуре 550 К и содержит 15мол% ErSe. Для определения состава эвтектики построен треугольник Таммана. При комнатной температуре в TISe растворяется 3мол % ErSe.

Результаты идентификации дебаеграммы для соединения TlErSe2 представлены в Таблице 1, из которой видно, что экспериментально полученные ($d_{эксп}$) и рассчитанные межплоскостные расстояния практически совпадают. Установлено, что $TlErSe_2$ кристаллизуется в тетрагональной сингонии с параметрами элементарной ячейки:

a = 8,022А: c = 6,952А: z = 4Se.

Таблица 1

Расчет рентгенограммы кристалла $TlErSe_2$

№	*I*	*0*	*sin 0*	$d_{эксп}$	$d_{расч}$	*hkl*
1	*7*	*11°4'*	*0,1920*	*4,011*	*4,011*	*200*
2	*6*	*12°48'*	*0,2216*	*3,474*	*3,476*	*002*
3	*7*	*14°52'*	*0,2566*	*3,000*	*2,970*	*112*
4	*6*	*15°41'*	*0,2699*	*2,852*	*2,850*	*220*
5	*10*	*17°3'*	*0,2932*	*2,626*	*2,630*	*202*
6	*5*	*18°30'*	*0,3170*	*2,429*	*2,440*	*301*
7	*4*	*20°30'*	*0,3509*	*2,194*	*2,200*	*222*
8	*4*	*22°33'*	*0,3833*	*2,006*	*2,005*	*400*
9	*6*	*""24°*	*0,4063*	*1,895*	*1,890*	*330*
10	*4*	$25^0 24'$	*0,4289*	*1,795*	*1,795*	*420*
11	*3*	$26^0 18'$	*0,4430*	*1,738*	*1,740*	*004*
12	*10*	$28^0 52'$	*0,4827*	*1,595*	*1,595*	*204*
13	*5*	$31^0 18'$	*0,5192*	*1,483*	*1,480*	*224*
14	*4*	$32^0 54'$	*0,5430*	*1,418*	*1,415*	*440*
15	*4*	$35^0 10'$	*0,5759*	*1,337*	*1,337*	*600*

На рис. 2 приведены температурные зависимости электропроводности и коэффициента Холла монокристаллов $TlErSe_2$, измеренные на трех образцах. Как видно из рисунка, электропроводность σ увеличивается по мере увеличения температуры, т.е. зависимость $o(T)$ для $TlErSe_2$ имеет полупроводниковый характер. Экспоненциальный рост электропроводности с температурой в области высоких температур связан с появлением собственной проводимости. Было определено значение ширины запрещенной зоны (E_g) кристаллов $TlErSe_2$, вычисленное по наклонам высокотемпературных участков зависимостей $\lg RT^{3/2} = f(10^3/\mathrm{T})$ и $\lg \sigma = f(10^3/T)$, оно оказалось равным 1,40 эВ.

Нами изучены также температурные зависимости холловской подвижности носителей тока кристаллов $TlErSe_2$. Установлено, что изменение подвижности носителей тока с температурой (рис. 3) следует закону $T^{-3/2}$ (1), что соответствует их рассеянию на акустических колебаниях решетки.

Выводы

Методом ДТА выявлено, что в системе TlSe—ErSe при соотношении компонентов 1:1 образуется соединение $TlErSe_2$ с инконгруэнтным плавлением и эвтектикой со стороны TlSe. При комнатной температуре в TlSe растворяется 3мол% ErSe. Рентгенографический анализ позволил установить, что $TlErSe_2$ кристаллизуется в тетрагональной сингонии.

Определен тип проводимости, ширина запрещенной зоны монокристаллов $TlErSe_2$, а также выяснен механизм рассеяния носителей тока в них.

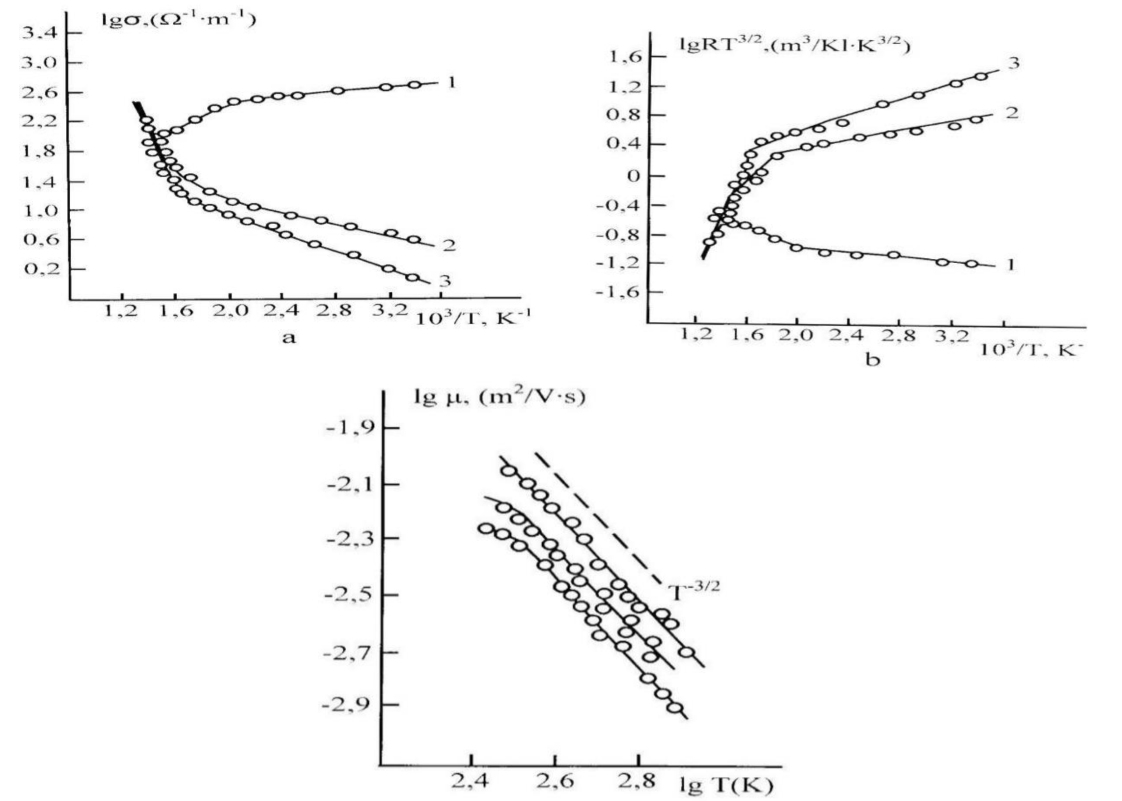


Рис. 2. Температурная зависимость электропроводности (а) и коэффициентов (b) кристаллов $TlErSe_2$, взятых из различных технологических партий

Список литературы

1. Kerimova, E.M. Crystallograpy Reports/ E.M. Kerimova, S.N. Mustafayeva, Yu.G.Asadov, R.N.Kerimov //. 50 (2005)

2. Guseinov, G.D. Physics letters/ G.D. Guseinov, G.B. Abdullayev, S.M. Budzinova, F.M. Seidov, M.Z. Ismailov and A.M. Pashayev // 33A (1970) 421.

3. Сеидов, Ф.М. Получение и исследование электрофизических и тепловых свойств новых сложных полупроводников типа ABX_2 (где A-Tl;B-Ga,Yb и X=S,Se,Te)/ Ф.М. Сеидов. – автореф. канд. диссер.г. Баку, (1977).

4. Керимова, Э.М. Физические основы материаловедение низкоразмерных полупроводников/ Э.М. Керимова. – автореф. докт. диссер. г. Черновцы, (1992).

5. Сеидов, Ф.М. Transactions of Azerbaijan Academy of Sciences/ Ф.М.Сеидов, Э.М. Керимова, Н.З. Гасанов // Series of Physical-mathematical and Technical sciences, Physics and Astronomy, XXIX №2 (2009) 103.

6. Бидзинова, К.М. Труды Межд. Конф. «Научно-технический прогресс и современная авиация»/К. М. Бидзинова, К.М. Гусейнова, А.Х Матиев// Баку, (2009) 272.

7. Seyidov, F.M. Book of Abstracts 16-th Intern. Conf. on Ternary and Multinary Compounds/ F.M. Seyidov, E.M. Kerimova, N.Z. Gasanov, Sh.D. Alizade // Sept.15-19, Tech. Univ. Berlin, Germany, (2008) 93.

8. Сеидов, Ф.М. Неорганические материалы/ Ф.М. Сеидов, Е.М. Керимова. Н.З. Гасанов //, 46 (2010) 1433.

УДК 172.3.539.2

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СПЛАВОВ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Машаев С.Ш., *кандидат физико-математических наук, доцент*
Чеченский государственный университет, г. Грозный
e-mail: sm.mashaev@gmail.com

Гудаев М.-А.А., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: gudaev@mail.ru

Аннотация*: Развитие научно-технической мысли способствовало созданию сплавов на основе полимера и наномера, которые затем прядут, отливают, прессуют или формуют в готовое изделие. Сырьем являются легкодоступные побочные продукты угольной и нефтяной промышленности или производства удобрений. Полимер – молекула, состоящая - из многих частей. Образование возможно двумя методами: присоединительной полимеризацией и поликонденсацией. Присоединительная полимеризация в основном может быть инициирована определенными катализаторами, радикальными, анионными или катионами. Мономеры присоединяются друг к другу непосредственно, без изменения состава. С момента получения они стали широко востребованы в создании различных изделий, комплектующих материалов для народного хозяйства, медицины, машиностроения.*

Ключевые слова*: ПЭТФ – полиэтилентерефталат для народного хозяйства, медицины, машиностроения, МНСП - модифицированное наноразмерное углеродсодержащиее покрытие, ГПП - гибкая печатная плата, АА – антимикробная активность.*

THE TECHNOLOGY OF PRODUCING NANOCOMPOSITE POLYMER ALLOYS WITH BIOLOGICAL ACTIVITY

Mashaev S.Sh., *Candidate of physical and mathematical sciences,*
associate professor, Chechen State University named after A.A Kadyrov, Grozny
e-mail: sm.mashaev@gmail.com

Gudaev M.-A. A., *Candidate of physical and mathematical sciences,*
assistant professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny
e-mail: gudaev@mail.ru

Abstract: *The development of scientific and technical thought has contributed to the creation of alloys based on polymer and nanoscale, which are then spun, cast, pressed or molded into a finished product. The raw materials are readily* *available by-products of the coal, oil and fertilizer industries. A polymer is a molecule made up of - of many parts. Formation is possible by two methods: addition polymerization and polycondensation. The addition polymerization can mainly be initiated by certain catalysts, radical, anionic or cations. Monomers are attached to each other directly, without changing the composition. Since their receipt, they have become widely in demand in the creation of various products, component materials for the national economy, medicine, and mechanical engineering.*

***Keywords**: PET - polyethylene terephthalate, PET TM - polytetrafluoroethylene track membranes, MNSP - modified nanosized carbon-containing coatings, GLP - flexible printed circuit boards, AA - antimicrobial activity.*

В последнее время, получение для исследования не только редкоземельных металлов, но даже простых металлов стало почти невозможным. Связано это с дороговизной самих редкоземельных и твердых материалов. В связи, с этим многие ученые, научные работники, экспериментаторы переключились на относительно дешевые полимерные материалы, которые качественно заменяют металлы, легко обрабатываются и обладают рядом уникальных свойств.

Полимерные материалы стали востребованы в медицине, в электронной промышленности, в быту и т.д. Так в электронной технике из полимерных материалов и сплавов изготавливают несущие платы компьютерной и другой техники, незаменимым стало их применение в качестве имплантатов, в качестве изоляционных материалов, лакокрасочной и автомобильной промышленности и т.д.

Вместе с полимерными материалами, широкое применения и развитие в различных областях получила скомпонованные материалы для различных целей (сплавы, полимеры, наномеры), которые стали незаменимыми в производстве гибких печатных плат, светодиодных матриц, бытовой техники и в медицине.

Но в природе нужные скомпонованные материалы не встречаются.

В связи с этим перед наукой и техникой стала задача, создание материалов подходящих для решения этих различных научных и научно - практических задач возникающих перед производством и промышленностью.

К таким материалам можно отнести сплавы на основе полимерных материалов с другими материалами, для которых требуется не только достижение высокой адгезивной поверхности, но и целого ряда других условий. Такие материалы обладают рядом положительных качеств: доступны, легко обрабатываются, обладают биосовместимостью, высокими диэлектрическими характеристиками и значительной дешевизной. В настоящее время они широко применяются в медицине, микроэлектронике, в производстве имплантатов, гибких печатных плат нового поколения, в светодиодных матрицах, солнечных элементах, поскольку полимеры хорошо компилируется с другими материалами, полимерами и сплавами [3–4].

Поскольку материалы, используемые в бытовой, машиностроительной, медицинской промышленности должны иметь поверхности с минимальными дефектами, они должны обладать повышенной износостойкостью и стойкостью к биокоррозии, должны обладать антимикробными свойствами. И это свойство нужно учитывать при создании сплавов, чтобы избежать риска понижения иммунного статуса человека и ухудшения экологической обстановки и свойствами поверхности полимерных материалов, поскольку, именно от поверхности во многом зависят функциональные характеристики изделия и время его работоспособности [1-5].

Разработаны различные технологии для получения нужные сплавы для производства требуемых материалов народному хозяйству, медицине. Для выполнения цели работы была выбрана методика локализованного напечения, поскольку данный метод является базовым при изготовление требуемых сплавов высокой разрешающей способностью и технология ионно-плазменной обработки, т.к. эта технология позволяет локально подводит высокую энергию в процессе изготовления (от 100 и более эВ) и локализовать воздействие только на приповерхностный слой материала.

Подобраны материалы для создания нужных сплавов: наноструктурированной поверхностью полимер (НСП) и полимер модифицированный настуктурированной поверхностью (МНСП), причем полимер МНСП обладает химическим сродством с материалом подложки, полимером НСП:

• малым радиусом иона углерода, соизмеримым с ионным радиусом водорода;

• возможностью углерода формировать поверхностные слои материалов с практически полностью компенсированными валентными связями, способные обеспечить барьерные свойства поверхности [4,5]. Поэтому можно считать, что только углеродные материалы имеют собственную поверхность, у которой избыточная энергия относительно объема может быть минимальной;

• углерод, кроме основных аллотропных модификаций (графита, алмаза, карбина, фуллеренов и т.д.) может существовать также в виде бесконечного ряда гетерофазных систем, свойства которых изменяются в широких пределах.

Так, задачу комплексного применения полимерных материалов с наномерами решается наноструктурированием поверхностей полимеров и их модифицированием наноразмерными углеродсодержащими покрытиями толщиной от 10 до 100 нм. Такую поверхность можно создать при помощи применение ионно-плазменной обработки. Поскольку, ионно-плазменная обработка является базовой частью технологии производства микроэлектронной аппаратуры, поскольку, данная технология обработки обладает высокой разрешающей способностью, способностью локально подводить высокую энергию более 100эВ и локализовать своё воздействие на нужном поверхностном слое материала, самое главное в этом методе - он является четким контролем параметров процесса.

Как уже отмечалось выше, целью настоящей работы явилась получить формированную поверхность путем объединения полимера с высокой поверхностной энергией (полиэтилентерефталат (ПЭТФ) с неполярным полимером с низкой поверхностной энергией (политетрафторэтилен (ПТФЭ).

Выбор материалов для исследования, а именно углерода в качестве второго «строительного» материала объясняется его химическим сродством с материалом подложки и возможностью существования углерода не только в виде основных аллотропных модификаций (графита, алмаза, фуллеренов и т.д.), но и ряда гетерофазных систем, свойства которых изменяются в широких пределах. Прежде чем выбрать материалы для исследования был производен обзор литературы. Поскольку, в настоящее время, опубликовано множество работ по модификации поверхности различных материалов [1, 3, 4].

После проведения литературного обзора авторы статьи выбрали материалы для исследования. Также определили методов и методик исследованием не только физико-химических и теплофизических характеристик, но и узконаправленные практические задачи, такие как увеличение адгезии покрытий, изменение свойств поверхности смачивание.

Авторы статьи выбрали методы и методики для исследования и получения решения задачи цели, для чего экспериментально проверяли отобранные методы на предмет соответствия решение задачи поставленной авторами «Получить формированную поверхность путем объединения полимера с высокой поверхностной энергией полиэтилентерефталата с неполярным полимером с низкой поверхностной энергией».

Следующим шагом был подбор технологий позволяющий решить поставленную задачу, т.е. достичь поставленной цели. Для этой цели, были проведены множество экспериментов, применяя разные технология, такие как, применяемые наиболее распространённые типы газовых разрядов для наноструктурирования поверхности модельных полимеров.

Проведенный анализ многочисленных методов формирования наноструктурированных поверхностей полимерных материалов и обработки их поверхности, подсказал авторам статьи, что наиболее целесообразным способом создания полимерных материалов с наноструктурированной поверхностью является применение вакуумной плазменной обработки, основанной на воздействии компонентов газоразрядной плазмы на поверхность твердого тела.

Данная технология позволяла увеличить скорость пролиферации клеток на поверхности наноструктурированных полимерных материалов ПЭТФ и ПЭТФ ТМ.

Выбор материалов для исследования был не случайным: полярный полимер полиэтилентерефталата (ПЭТФ или лавсан) и трековых мембран на его основе (ПЭТФ ТМ) и неполярного полимера политетрафторэтилена (ПТФЭ или тефлон), т.к. эти материалы широко используют в производстве электронной техники, медицине, различных бытовых изделий, предметов.

Например, в производстве гибких печатных плат (ГПП) большой интерес представляют подложки на основе полимида и тефлона. Политетрафторэтилен (ПТФЭ) нашел широкое распространение в качестве химически стойкого изолирующего материала подложек в производстве конденсаторов нового поколения и материала для изготовления изделий медицинской техники и т.д. Трековые мембраны полиэтилентерефталата (ПЭТФ ТМ) используют для очистки и разделения жидких и газообразных сред и т.д.

Во время эксперимента авторы статьи убедились, что технология плазмохимической обработки, использующая в основном газоразрядную плазму низкого вакуума во всём объеме реактора, приводит в большинстве случаев только к изменению химического состава поверхности.

Было найдено новое решение проблемы. Вместо технологии плазмохимической обработки применили технологию вакуумной ионно - лучевой обработки. Этот метод использующий направленные ионно-плазменные потоки инертных и химически активных газов, предназначен для наноструктурирования поверхности и нанесения наноразмерных пленок углерода.

При помощи выбранной технологии «ионно-стимулированного осаждения газовой фазы СВЧ – трактов» получили сплав. Основой его является полимер, на который методом осаждения наносится наноразмерная графитовая пленка.

Полученный сплав имеет наноструктурную поверхность состоящий из наноразмерных углеродных пленок.

После получения пробной порции было внесено небольшое изменение-армирование нитями стекловолокна, которые позволили увеличить надежность и время эксплуатации.

Цель работы: получить сплав на основе полимеров с наноструктурированной поверхностью и наноразмерных углеродных пленок, авторами было достигнута.

Выводы:

1. Подобрана технология наноструктурирования поверхности материала - технология плазмохимической обработки, использующая в основном газоразрядную плазму низкого вакуума во всём объеме реактора;
2. Произведено упрочнение путем армированная нитями стекловолокна методом ионно-плазменной технологии;
3. Подобрана технология, позволяющая увеличить скорость пролиферации клеток на поверхности наноструктурированных полимерных материалов ПЭТФ и ПЭТФ ТМ.

Список литературы

1. Елинсон, В.М. Синтез новых материалов медицинского назначения на основе полимеров с наноструктурированной поверхностью/В. М. Елинсон, М.А. Юровская, А.Н. Лямин, Н.С. Овчинникова, Д.И. Никитин, Г.В. Пономарев, Ю.В. Морозова, Л.Н. Сидоров// «Вакуумная техника и технология», т. 15, номер 3, 2005 г., С. 257-264.

2. Илюшин, А.С. Особенности локальных распределений атомов железа в сплавах β-Mn -Sn-Fe/ Илюшин А.С., Бислиев А.М., Никанорова И.А., Машаев С.Ш.//Журнал «Вестник МГУ» сер. Физ. Астрономия. 1994

3. Машаев, С.Ш. Установление связи между кристаллической структурой электронными характеристиками атомов, и их физическими свойствами образующих структуру твердого тела/С. Ш. Машаев, И. Х. Байсултанов, М. А. Гудаев//Вестник ЧГУ 2017. No3(7), С 14-18

4. Мчедлишвили, Б.В. Использование метода ионного осаждения для модификации поверхности трековых мембран/ Б.В. Мчедлишвили, А.Н. Нечаев, А.В. Сергеев // Журнал технической физики, 2002г, том 28, вып.1

5. Панчук, Д. А. О структуре межфазного слоя на границе металлическое покрытие полимерная подложка/Д.А. Панчук, Ж.К. Садакбаева, Е. А. Пуклина, А. В.Большакова и др.// «Российские нанотехнологии», № 4 (2009), 5-6 (июнь), С. 80-84

УДК 001:538.955

ВЛИЯНИЕ СМЕЩЕНИЯ АТОМОВ НА ДИФРАКЦИОННУЮ КАРТИНУ НИЗКО СИММЕТРИЧНЫХ ФАЗ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ

Машаев С.Ш., *кандидат физико-математических наук, доцент*
Чеченский государственный университет, г. Грозный
e-mail: sm.mashaev@gmail.com

Гудаев М.-А.А., *кандидат физико-математических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: gudaev@mail.ru

Мазакаева Л.У. *студент биолого-химического факультета*
Чеченский государственный университет, г. Грозный

Аннотация: *в работе определено влияние смещения атомов на интенсивность низко симметричных фаз интерметаллидов. Показано на какие расщепляются дифракционные максимумы. Интенсивности почти всех компонент мультиплетов чувствительны к смещениям атомов редкоземельных металлов. Проведено исследование с применением низкотемпературного криостата.*

Ключевые слова: *рентгеновский дифракционный спектр, интерметаллиды, фазовые переходы, атомно-кристаллическая структура, редкоземельные металлы.*

EFFEKT OF DISPLACEMENT OF ATOMS ON THE DIFFRACTION PATTERN OF IOW – SYMMETRY PHASES OF INTERMETALLIC COMPOUNDS

Mashaev S.Sh., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Chechen State University named after A.Kadyrov, Grozny*
e-mail: sm.mashaev@gmail.com

Gudaev M.-A. A., *candidate of physical and mathematical sciences, assistant professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny*
e-mail: gudaev@mail.ru

Mazakaeva L.U.*Student of the Department of Chemistry and Biology ChGU*

Annotation*: In work In work, the influence of the displacement of atoms on the intensity of low-symmetry phases of intermetallic compounds is determined. Shown into which diffraction maxima are split. The intensities of almost all components of multiplets are sensitive to*

Keywords: *X-ray diffraction spectrum, intermetallides, phase transitions, atomic crystal structure, rare earth metals.*

Простой геометрический анализ не полностью объясняет закономерности трансформации рентгеновских дифракционных спектров интерметаллидов при дисторсионных фазовых переходах, что не делает возможность извлечь всю информацию об атомно-кристаллической структуре.

Для получения исчерпывающей информации по распределению атомов при дисторсионных фазовых переходах низкосимметричных модификаций по полученным экспериментальным данным недостаточно. Хотя известно, что интерметаллиды модификации С15 описываются тремя пространственными группами $\mathrm{D}_{4\mathrm{h}}^{19}$, $\mathrm{D}_{3\mathrm{d}}^{5}$, $\mathrm{D}_{2\mathrm{h}}^{28}$.

Анализ показал, что атомы могут смещаются из своих положений в направлениях (111) и (001), кроме группы $\mathrm{D}_{4\mathrm{h}}^{19}$ для которых такое смещения атомов невозможны.

Рассмотрим расчет интенсивностей рентгеновских дифракционных спектров на примерах $TbFe_2$ и $Tb_{05}Ho_{05}Fe_2$.

Ромбоэдрическая ячейка $TbFe_2$ содержит 6 атомов в следующих положениях:

2 Tb: 3/8 + x; 3/8 + x; 3/8 + x ;   - 3/8 – x; - 3/8 – x; - 3/8 – x

4 F_e: 000; 1/3 00; 0 1/3 0; 001/3.

Из приведенных данных видно, что в пр. гр. D_{3d}^{5} для атомов тербия смещения допустимы только по направлению (111).

На графике ниже представлены зависимости отношения интенсивностей мультиплета псевдокубического отражения 222 от величины смещений *x* для атомов тербия и для двойного сплава интерметаллида $TbFe_2$.

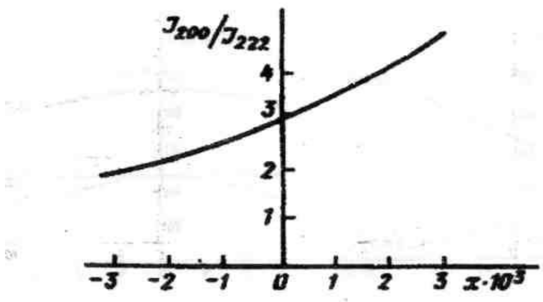


Рисунок 1. График зависимости отношения интенсивностей F (структурный фактор) компонент мультиплета псевдокубического отражения 222 от величины смещений x атома тербия для интерметаллида $TbFe_2$ в ромбоэдрической фазе.

На рисунке 2 приведены графики зависимости величин $|F|^2 p_{hkl}$,. Здесь F - структурный фактор смещений атомов тербия для компонент мультиплетов, демонстрирует на которые расщепляются дифракционные максимумы 222, 422 и 440 C15 (см. рис. 2).

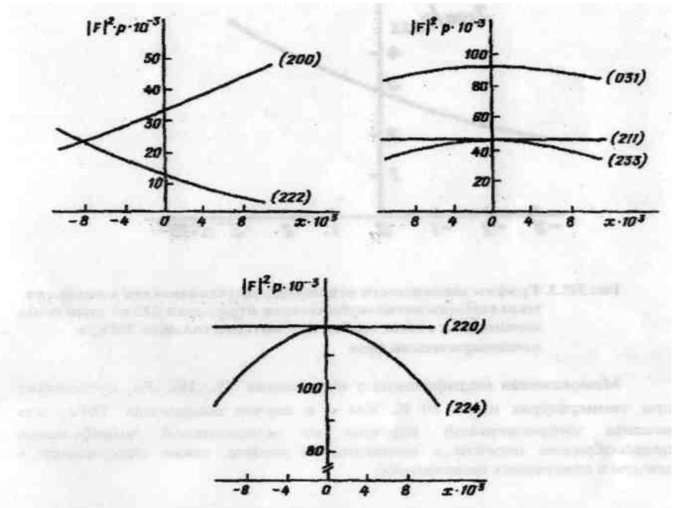


Рисунок 2. Графики зависимости интенсивностей компонент мультиплетов псевдокубических отражений 222 (в), 422 (б), 440 (в) интерметаллида $Tb_{05}Ho_{05}Fe_2$ от величины смещения атомов редкоземельных металлов в моноклинной фазе

Из рисунка 2 видно, что интенсивности почти всех компонент мультиплетов чувствительны к смещениям атомов редкоземельных металлов, а соотношение интенсивностей компонент отражения 222, равное единице имеет место только, для структуры интерметаллида, в которой атомы не смещены из своих положений, что интенсивности отражений 222 и 440 существенно зависят от величины смещений атомов тербия, т.к. 422 не расщепляется. В свою очередь, это позволяет решить обратную задачу, задачу экспериментального определения величин смещений атомов тербия в ромбоэдрической фазе, получить температурные зависимости смещений.

Проведенный анализ в работе дал возможность использования различных отражений для прямого определения смещений атомов редкоземельных металлов. Показал, что оптимальным отражением для таких целей является 222. Оно имеет простую форму, на углах дифракции ($2v \approx 53°$ для K_aFe) можно пренебречь наличием спектрального дублета K_{a1}, K_{ar}. Иначе при анализе распределения интенсивности в соответствующем мультиплете пришлось бы иметь дело не с двумя или тремя спектральными линиями, а рассчитывать четыре или шесть компонентов мультиплета. В тоже время необходимо учитывать отношение интенсивностей компонент отражения 222 весьма чувствительно к малым изменениям величины x, то есть чувствительно к малым структурным искажениям.

Моноклинная модификация у соединения $Tb_{05}Ho_{05}Fe_2$ существует при температурах ниже 70 К. Для удобства анализа дифракционной картины от моноклинной модификации перейдем к моноклинной ячейке, также содержащей 6 атомов в следующих положениях:

$$2R\ (Tb + Ho):\ 00z;\quad 0\frac{1}{2}\frac{1}{4}-z;\ 4Fe{:}0\frac{3}{4}\frac{5}{8};0\frac{1}{4}\frac{5}{8};\frac{1}{4}0\frac{3}{8};\frac{3}{4}0\frac{3}{8}$$

Видно, что данная пространственная группа допускает смещение для атомов РМЗ только по направлению (001). Результаты расчета интенсивностей расщепившихся компонент, аналогично лишь для величин Fp_{hkl} в зависимости от z. Почти у всех компонент мультиплетов чувствительны к смещениям атомов РМЗ, как в случае ромбоэдрической модификации одинаково. Соотношение интенсивностей компонент отражения 222, равно единице только для структуры, в котором атомы не смещены из своих положений.

Подобные расчеты могут быть проведены и для других интерметаллидов, испытывающих структурные фазовые переходы. Но в каждом конкретном случае следует рассчитывать свои зависимости отношений интенсивностей расщепившихся компонент в отражениях 222 для моноклинной и ромбоэдрической модификаций.

При расчете структурных амплитуд многокомпонентных соединений, следует вносить соответствующие поправки в величины атомных амплитуд.

Вычисление коэффициента теплового расширения (v) производят используя определенный температурный интервал. Подобно определению коэффициента теплового расширения, определяют и изменения происшедшие под действием магнитного поля – магнитострикцию. Магнитострикцией называется явление самопроизвольной деформации кристалла при изменении магнитного порядка или ориентации вектора намагниченности. Она является важной и нужной характеристикой при определении свойства антиферромагнетиков.

Ошибка вычисления, используя рентгенограммы, не превышает, в среднем 3%.

При расчетах качество магнитострикции используют изменения линейного коэффициента магнитострикции X, т.е., относительное изменение длины образца.

Линейный коэффициент магнитострикции X зависит от напряженности магнитного поля H, вернее, от намагниченности I, которая линейно стремится к насыщению.

При измерениях спонтанной магнитострикции в работе использовали методику рентгеновских измерений спонтанной магнитострикции редкоземельных интерметаллидов на поликристаллах.

Большинство исследований структурных фазовых переходов в редкоземельных интерметаллидах выполнено методами низкотемпературной рентгенографии. В литературе описаны различные конструкции приспособлений и приставок, обеспечивающих возможность рентгенографирования при низких (азотных и гелиевых) температурах, как лабораторного, так и промышленного изготовления [19; 20]. Значительная часть этих устройств была предназначена для работы в области азотных температур, а те из них, которые позволяли проводить рентгеновские исследования в температурном интервале от температуры испарения жидкого гелия до комнатной температуры, как правило, имели большие габариты и требовали значительного расхода хладоагента.

В последние годы при конструировании аппаратуры для низкотемпературных рентгеновских измерений нашла широкое применение схема с проточным криостатом. Оригинальная низкотемпературная приставка к отечественным дифрактометрам, типа ДРОН, была разработана на физическом факультете МГУ [22]. Она обеспечивает проведение структурных исследований на порошковых и поликристаллических образцах, а также на монокристальных срезах в интервале температур от 4,5 до 300 К с точностью 0,5 К. Конструкция приставки обеспечивает выход дифрагированного излучения в интервале углов рассеяния 2v от 0° до 160°.

На рис.3 приведена схема приставки, объясняющая принцип ее действия.

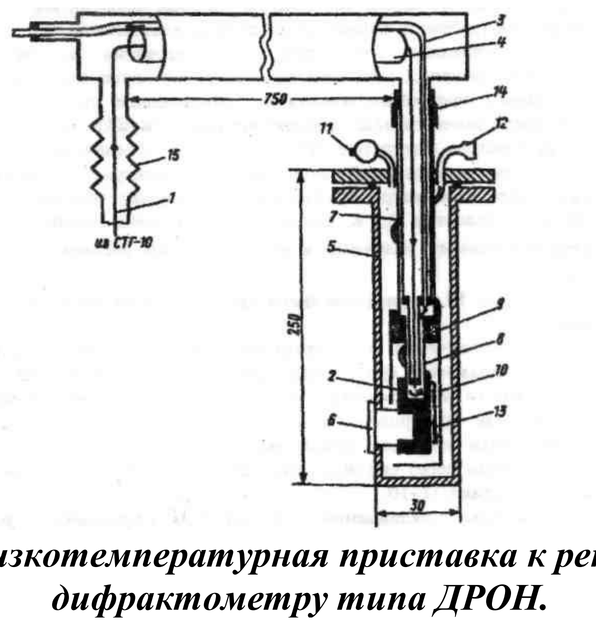


Рисунок 3. Низкотемпературная приставка к рентгеновскому дифрактометру типа ДРОН.

1— жидкостный коллектор, *2* — охлаждаемый блок, *3* — газовый коллектор, *4* — радиационные экраны, 5 — корпус приставки, *6* — лавсановая пленка, 7 — держатель охлаждаемого блока, *8* — трубка из нержавеющей стали, *9* —

сорбционный насос, *10* — тепловой экран, 11 — вентиль предварительной откачки, *12* — вакуумный электрический вывод, *13* — термопара, *14* — резиновая манжета, *15* — сифон (стрелки указывают направление гелия).

Для получения дифрактограммы образец в виде порошка или монокристального среза закрепляется на плоской поверхности охлаждаемого металлического блока, который находится в вакуумном пространстве дьюарового сосуда. Охлаждение блока осуществляется непрерывным потоком низкокипящей жидкости или холодного газа, поступающим через сифон из стандартного сосуда для транспортировки жидкого гелия СТГ-10.

Система охлаждения состоит из приставки, устройства регулирования расхода гелия, системы измерения температуры, сифона, сосуда для транспортировки жидкого гелия СТГ-10. Небольшие размеры, вес приставки и достаточно большая длина горизонтального плеча сифона (0,75 м) позволяет легко совмещать приставку с дифрактометрами разных типов.

Низкотемпературная приставка представляет собой разборный металлический сосуд Дьюара. Внешняя и внутренняя части сосуда соединяются фланцевым соединением с резиновым уплотнением. В стенке внешней части сосуда *5* прорезано окно, закрытое лавсановой пленкой *6* (высота окна 18мм, ширина — 19мм). Внутренняя часть представляет собой трубку из нержавеющей стали 7 (внешний диаметр 12 мм, внутренний — 11,4 мм), к которой на трубке *8* диаметром 5-6 мм припаян охлаждаемый блок *2.* В месте соединения трубок располагается уго льный сорбционный насос и прикрепляется тепловой экран *10.* На соединительном фланце внутренней части размещены вентиль предварительной откачки *11* и вакуумный электрический ввод *12.* Собранный и откачанный форакуумным насосом сосуд укрепляется на юстировочном столе гониометра, который позволяет совместить плоскость образца с осью вращения гониометра.

При дифрактометрических измерениях важно исключить изменение положения плоскости образца относительно оси гониометра при его вращении. Это достигается, с одной стороны, достаточно жесткой конструкцией низкотемпературной приставки и, с другой, возможно более полным устранением возмущающих сил и их моментов, действующих на приставку. Сифон, предназначенный для работы с описываемой низкотемпературной приставкой, имеет следующие конструктивные особенности: во-первых, жидкостный и газовый коллекторы размещены в общем вакуумном пространстве и образуют единую конструкцию, которая при точном совмещении оси "клюва" сифона с осью вращения гониометра полностью исключает возмущающий момент со стороны сифона; во-вторых, сифон имеет "мягкое звено" — сильфон, размещенный на колене, погружаемом в транспортный сосуд.

Зазор между трубкой *6* приставки и "клювом" сифона закрывается резиновой манжеткой *14,* предотвращающей утечку газа и обеспечивает подвижность приставки относительно сифона. Вход холодного газа в газовый коллектор сифона находится на расстоянии 100-120 мм от манжеты, поэтому при работе на ней не возникает "наледи" и она не теряет эластичности.

Размещение газового коллектора в вакуумном пространстве сифона позволяет использовать холод отходящего газа для охлаждения экранов *4,* охватывающих жидкостный коллектор. Такая конструкция обеспечивает расход жидкого гелия при Т=4,5 К 0,25 л/час, что приближается к показателю устройств, в которых охлаждение осуществляется через тепловой мост от ванны с жидким гелием.

Температура блока с образцом измеряется термопарой Cu-Cu+Fe (0,01%), которая имеет чувствительность в области гелиевых температур 12 мэВ/К, что позволяет поддерживать температуру с точностью 0,5 К регулировкой расхода гелия игольчатым вентилем.

Список литературы

1. Илюшин, А.С. Особенности локальных распределений атомов железа в сплавах β-Mn -Sn-F/ А. С. Илюшин, А. А. Николаев, О. В. Михнев// Вестник Московского унивеситета. Сер. 3. Физика, астрономия. 1984. Т. 25, №5. С. 133

2. Илюшин А. С. Введение в структурную физику редкоземельных интерметаллических соединений. М.: Изд-во Московского университета, 1984.

3. Илюшин А. С. Тезисы IV Всесоюзной конференции по кристаллохимии интерметаллических соединений. Львов, 1983.- С.139

4. Машаев С.Ш. Аппаратура для низкотемпературных дифрактометрических измерений/ С.М.Машаев, М.-А.А. Гудаев// Вестник медицинского института. ЧГУ. 2019г, т.16. №2– С.29-32.

УДК 621.315.592

ВЛИЯНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН НА СПЕКТРАЛЬНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ МОНОКРИСТАЛЛОВ $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$

Рустамов В.Дж.*, кандидат физико-математических наук, доцент Гянджинский Государственный Университет, г.Гянджа Азербайджан, e-mail: vagif.rustamov@list.ru*

Намазов Я.Б.*, кандидат физико-математических наук, доцент, Гянджинский Государственный Университет, г.Гянджа Азербайджан.*

Иманов Р.М. *кандидат физико-математических наук, доцент, Гянджинский Государственный Университет, г.Гянджа Азербайджан.*

Аннотация: *Изложены результаты исследований фотоэлектрических особенностей монокристаллов* $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$ *нами были экспериментально обнаружены неизвестные ранее физические эффекты, заключающиеся в возникновении электродвижущей силы на концах ориентирован-*

ного не пьезоэлектрического (центр симметричного) кристалла полупроводника под действием равномерного электромагнитного (видимого, ИК и рентгеновского) излучения вследствие воздействия на него звуковых волн.

Ключевые слова: *частота звука, монокристаллы, акустофотовольтаический эффект, спектральная характеристика, фотовольтаическое явление, фотовольтаический эффект, фотоакустический эффект.*

INFLUENCE OF ACOUSTIC WAVES ON THE SPECTRAL CHARACTERISTIC OF SINGLE CRYSTALS $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$

Rustamov V.J., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Ganja State University, Ganja Azerbaijan.*
e-mail: vagif.rustamov@list.ru

Namazov Ya.B., *Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of Ganja State University, Ganja Azerbaijan.*

Imanov R.M. *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Ganja State University, Ganja Azerbaijan.*

Abstract: *The results of studies of the photoelectric features of single crystals* $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$ *are presented, we experimentally discovered previously unknown physical effects, consisting in the appearance of an electromotive force at the ends of an oriented non-piezoelectric (center of a symmetric) semiconductor crystal under the action of uniform electromagnetic (visible, IR and X-ray) radiation due to exposure to sound waves.*

Keywords: *sound frequency, single crystals, acoustophotovoltaic effect, spectral characteristic, photovoltaic phenomenon, photovoltaic effect, photoacoustic effect.*

При исследовании фотоэлектрических особенностей монокристаллов $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$ нами были экспериментально обнаружены неизвестные ранее физические эффекты, заключающиеся в возникновении электродвижущей силы на концах ориентированного не пьезоэлектрического (центр симметричного) кристалла полупроводника под действием равномерного электромагнитного (видимого, ИК и рентгеновского) излучения вследствие воздействия на него звуковых волн, величина, полярность и область спектральной чувствительности которой четко управлялась, в частности, частотой звука.

При одновременном воздействии света и звуковых волн на электродах появляется ЭДС или же постоянный ток при их замыкании. Величина возникшей акустофотовольтаической ЭДС зависит от интенсивности и спектрального состава света, а также от частоты и амплитуды звука, и может быть сведена к нулю абсолютным затемнением кристалла или же снятием акустических волн. Для различных образцов при амплитуде напряжения питания излучателя 10 В и освещенности 1000 лк максимальная величина возникшей фото акустической ЭДС варьировалась в пределах от 1,0 до 16 В.

Указанные значения наблюдаемого акустофотовольтаического эффекта в значительной степени превосходят величины возможного возникновения фото-ЭДС на барьерах Шоттки, составляющей в лучшем случае $0{,}1 \div 0{,}2$В.

При более высоких интенсивностях «белого света» ($1 \geq 1000$ лк) наблюдалось полное насыщение люкс вольтажной характеристики акустофотовольтаического эффекта и последующий спад ее с ростом интенсивности. Наблюдаемая при этом фото акустическая ЭДС, согласно результатам проводимых к настоящему времени исследований, проявляет и другие специфические особенности, отличающие ее от остальных известных фотовольтаических явлений. Например, при постоянном освещении «белым» светом с изменением частоты акустических волн в направлении ее увеличения имела место периодическая инверсия знака суммарной акустофотовольтаической ЭДС. Уникальной особенностью обладает спектральная зависимость данного эффекта: в отличие от широко известных фотовольтаических эффектов, форма и характер спектральной зависимости ТКЗ при этом управляются мощностью и частотой акустических волн. С изменением взаимной ориентации кристаллографических осей материала-полупроводника и действующих на него внешних волн, величиной межэлектродных расстояний, а также вариацией указанных выше факторов можно придать спектральной характеристике одного и того же кристалла моно полярный, биполярный, приполярный и вообще, заданный избирательный характер. Ограничимся ниже рассмотрением наиболее характерного случая распространения продольных акустических колебаний вдоль тетрагональной оси [001] монокристалла $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$

Частотная зависимость спектрального распределения ТКЗ акустофотовольтаического (АФВ) эффекта при распространении продольных $(\vec{\varpi} \perp \vec{q})$ акустических колебаний вдоль тетрагональной оси [001] (рис. 2) монокристалла $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$ $(a \cdot b \cdot c = 2 \cdot 1 \cdot 4mm^3)$ изучена в интервале частот $0{,}325 \div 180$кГц при $V_a = 7B$. Заметный АФВ эффект имеет место начиная с 0,325кГц. Область спектральной чувствительности во всех рассмотренных частотах находилась в пределах чувствительности фотопроводимости монокристалла $TlInSe_2$ (рис. 1).

От 0,325 кГц до 10 кГц, за исключением некоторых горизонтальных площадок, тонкая структура спектра заметно не проявлялась.

Управление спектральной характеристикой тока короткого замыкания АФВ эффекта частотой звуковых колебаний становится особенно заметным чувствительным) в области, близкой к резонансной частоте пьез оголовки. Вокруг резонансных точек малейшее изменение частоты звука (например, от 60 до 62,1 кГц) существенно влияет на величину и на вид спектральной зависимости. С изменением частоты всего лишь от 60 до 60,5кГц средний пик C_2

от своего максимального отрицательного значения $I_{афв} = -0,46 \cdot 10^{-8} A$ смещается до нуля, а с дальнейшей вариацией частоты от 60,5 до 61,2 кГц достигает своего максимального положительного значения $I_{афв}(C_2) = -1,72 \cdot 10^{-8} A$, подавляя боковые положительные пики при $C_0 \approx \frac{C_1 + C_2}{2} = 1,45 эВ$ (рис.1).

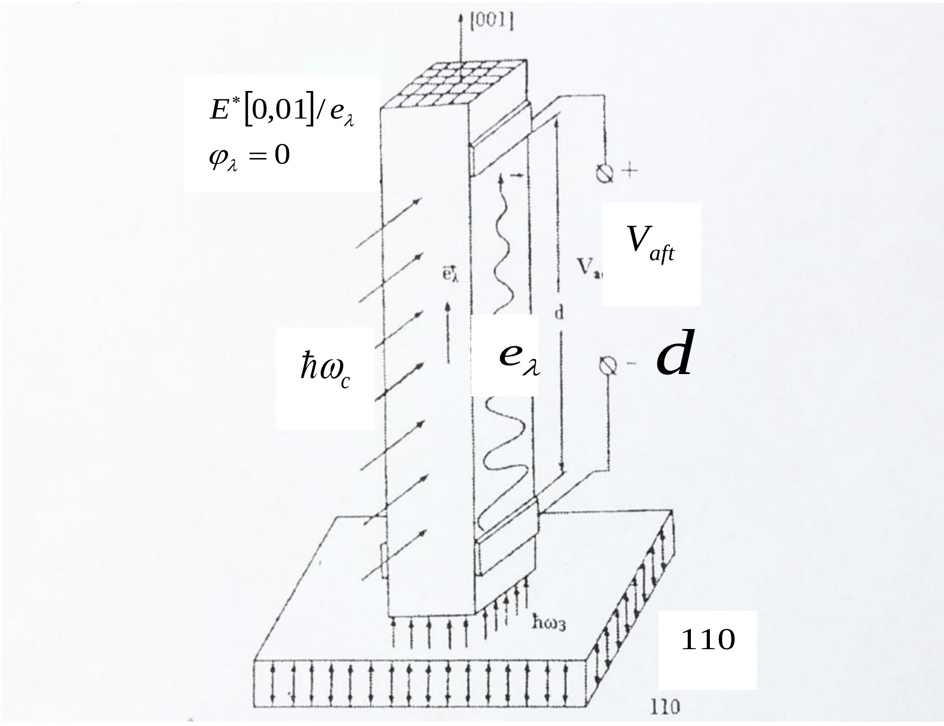


Рис.1 Распространение продольных акустических колебаний вдоль тетрагональной оси [001] монокристалла $TlInSe_2$

С дальнейшим повышением частоты вновь наблюдается обратный процесс-уменьшение C_2 до нуля и переход его в отрицательную область и т.д.

Как следует из всего рассмотренного экспериментального материала, наиболее характерным для случая распространения продольных звуковых колебаний вдоль оси [001] кристаллов $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$ (рис. 2) является, главным *образом, спектр с двумя боковыми положительными пиками* (C_1 и C_3) и одним средним пиком (C_2), способным приобретать как положительные, так и отрицательные значения в зависимости от частоты звука.

На данной стадии установлено, что наблюдаемый фотоакустическо эффект по своей природе отмечается от акустомагнито- электрического эффекта Ю. В. Гуляева и других [2] где электродвижущая сила возникает в телах, проводящих ток, при совместном воздействии звука и магнитного поля. В указанном эффекте использованы не звуковые, а высокочастотные ультразвуковые (где $\nu \geq 10^7$ Гц) вольны, способные увлекать в проводящей среде за собой электроны от соответствующих состояний, во-вторых, поперечная ЭДС при этом обусловлена отклонением увлеченных звуком носителей со стороны приложенной перпендикулярно к распространению ультразвука постоянного магнитного поля.

Электродвижущая сила в обнаруженном фото акустическом эффекте отличается также от ЭДС при электронном электромагнитном эффекте [3], где в проводнике перпендикулярно к приложенному постоянному магнитному полю и градиенту интенсивности миллиметрового (и субмиллиметрового) электромагнитного излучения возникает электродвижущая сила.

Экспериментально обнаружено наличие акустофотовольтаического эффекта, заключающегося в выявлении управляемой звуком электродвижущей силы в направлении распространения продольных звуковых волн -вдоль оси [001] кристалла $Tl_{0,99}Au_{0,01}InSe_2$, обусловленной увлечением ими возникающих под действием равномерного электромагнитного излучения фото носителей.

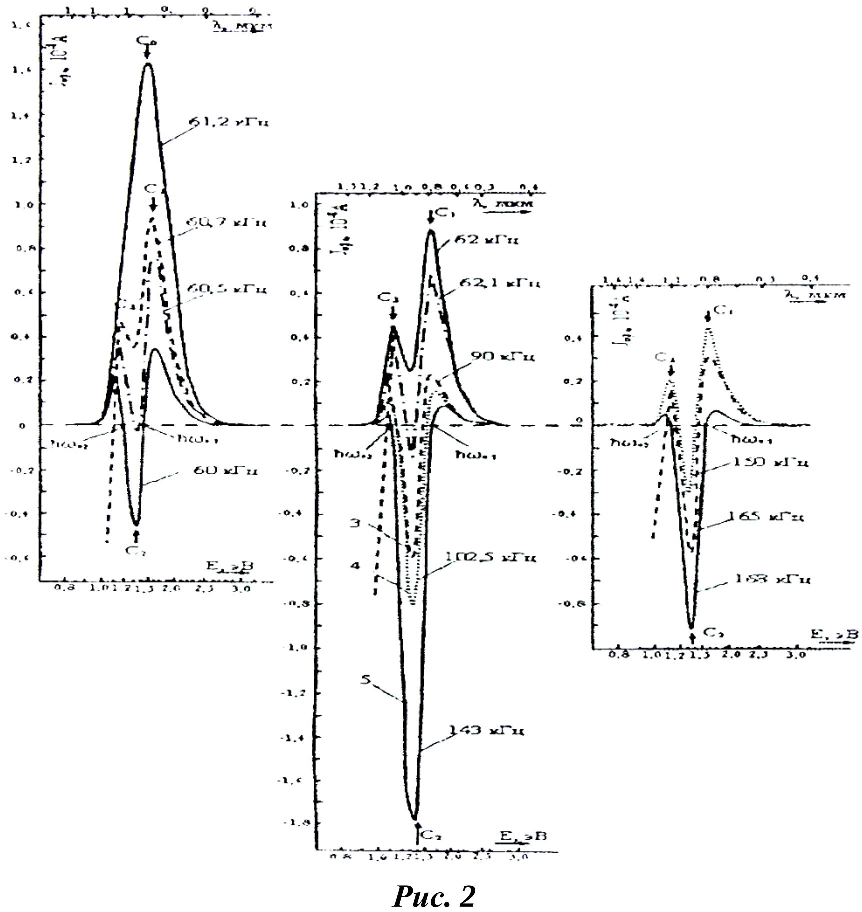


Рис. 2

Список литературы

1. А. с. 683406, СССР, МКИ Н 01 31/08, Фоточувствительный материал //Г.Д. Гусейнов, Г.Б. Абдуллаев, В. Дж. Рустамов [и др.]. - 1977.

2. Гуляев, Ю.В. Акусто-магнитоэлектрический эффект/Ю.В. Гуляев, Э.М. Эпштейн, А.А. Гринберг, Н.И. Крамер, А.П. Королюк, В.Ф. Рой // Открытия в СССР. Физика, 1975.-С. 39—41.-Баку, 1975;

3. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. – Бюл. № 48. - 1973.

4. Электронный термомагнитный эффект / А.Н. Выстовкин, Ш.М. Кочан, Т.М. Лифшиц, П.Г. Мельник /У Открытия в СССР. Физика, 1975. - С. 7-8. Диплом № 21, Баку, 1975.

УДК 001:538.955

БИСЛИЕВ АБДУЛ-ХАМИД МАХМУДОВИЧ – ОСНОВАТЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФИЗИКЕ МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Умхаева З.С., *доктор физико-математических наук, доцент, Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный, e-mail: zargan.umhaeva@yandex.ru*

Гудаев М.-А.А., *кандидат физико-математических наук, доцент, Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный e-mail: gudaevm@mail.ru*

Саид-Ахматова Ф.С.-А., *Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный e-mail: Saidakhmatovafatima@gmail.com*

Аннотация. *В данной работе приведена история жизни Бислиева Абдул-Хамида Махмудовича - одного из талантливейших физиков нашей республики, замечательного педагога, талантливого ученого и организатора научных исследований по физике магнитных явлений в Чечено-Ингушском государственном университете им. Л.Н. Толстого. Приведены этапы становления его научной школы по магнетизму, описаны основные результаты научных исследований под его руководством и важнейшие итоги его жизнедеятельности.*

Ключевые слова: *редкоземельные интерметаллиды, кристаллическая структура, фазы Лавеса, магнитные свойства, магнитострикция, температура Кюри, сверхтонкие взаимодействия.*

BISLIEV ABDUL-HAMID MAKHMUDOVICH IS THE FOUNDER OF RESEARCH ON THE PHYSICS OF MAGNETIC PHENOMENA IN THE CHECHEN REPUBLIC. ABORTED FLIGHT

Umkhaeva Z.S., *Doctor of Physical and Mathematic Sciences, Professor, Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny e-mail: zargan.umhaeva@yandex.ru*

Gudaev M-A.A., *Candidate of Physical and Mathematic Sciences, Assistant Professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny e-mail: gudaevm@mail.ru*

Said-Akhmatova F.S-A., *Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, e-mail: Saidakhmatovafatima@gmail.com*

Abstract. *This paper presents the life history of Bisliev Abdul-Hamid Makhmudovich-one of the most talented physicists of our Republic, a wonderful teacher, a talented scientist and organizer of scientific research on the physics of magnetic phenomena at the Chechen-Ingush state University named after L. N. Tolstoy. The stages of formation of his scientific school on magnetism are given, the main results of research and the most important results of his life are described.*

Keywords *– rare earth intermetallides, cristallic structure, Laves phases, magnetic properties, magnetostraction, Cure temperature, hyperfine interactions.*

28-29 февраля 2020 года в городе Грозный на базе Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова РАН прошел III Международный симпозиум «Инженерные науки и науки о Земле: прикладные и фундаментальные исследования», посвященный 75-летию к.ф-м.н. профессора Абдул-Хамида Махмудовича Бислиева.

Фото 1. Портрет А.-Х.М. Бислиева.

А 11 ноября 2021 г. исполняется 30 лет со дня его трагической гибели. Погиб не только видный ученый, основоположник исследований по физике магнитных явлений в нашей республике, но человек с твердой гражданской позицией. Это имя достаточно хорошо известно старшему поколению национальной интеллигенции. Абдул-Хамид Махмудович всю свою трудовую жизнь проработал в Чечено-Ингушском государственном университете им.

Л.Н. Толстого, ныне ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет». Начинал в 1973 г. в должности старшего преподавателя, а погиб геройски 11 ноября 1991 г., будучи заведующим кафедрой общей физики, профессором, проректором по учебной работе университета.

Абдул-Хамид Махмудович Бислиев родился 1 июня 1944 г. в с. Верхняя Березовка Глубокинского района Казахской ССР. Семья была большой, в ней было 6 детей. Отец был учителем математики, а мать воспитывала детей. Именно ее воспитание, заложенные в детстве понятия о человечности, порядочности и скромности, лежали в основе характера Бислиева А-Х.М. С 1957 г. семья Бислиевых проживает в с. Автуры Шалинского района ЧИАССР.

В этом же селе Абдул-Хамид Махмудович в 1962 г. Бислиев А-Х.М. оканчивает с отличием среднюю школу и поступает на 1 курс физического факультета Дагестанского государственного университета. Следует отметить, что с детства полюбив точные предметы, математику и физику, перед ним не стояло выбора кем стать. Поэтому и в университете он учился увлеченно, закончил 1 курс физического факультета ДГУ на «отлично».

Откуда в 1963 г. Абдул-Хамид Махмудовича, как отличника учебы, переводят на 2 курс физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Будучи студентом 3 курса, он попадает на специализацию в научную группу ведущего магнитолога страны, заведующего кафедрой общей физики для естественных факультетов (ОФЕФ), доктора физико-математических наук, лауреата Государственной премии СССР за открытие «гигантской» магнитострикции, профессора Белова Константина Петровича. Работа в лаборатории настолько увлекает его, что после окончания обучения на физическом факультете, он в 1969 г. поступает в аспирантуру этой же кафедры ОФЕФ по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений (фото 2).

Его научными руководителями становятся выдающиеся ученые, лауреаты Государственной премии СССР, Заслуженные профессора МГУ, проф. Белов Константина Петровича и проф. Никитин Сергей Александрович. Это были годы активных научных поисков нового класса магнитных материалов, исследований, когда измерения шли днем и ночью. Общение с такими известными учеными заражало творческой энергией и оптимизмом. А у него уже была своя семья, которой тоже нужно было внимание и время. Его целеустремлённая и самоотверженная работа не пропала даром. Абдул-Хамид Махмудович закончил аспирантуру с защитой кандидатской диссертации «Исследование магнитных свойств сплавов редкоземельных металлов с железом».

Его диссертация была посвящена исследованию структуры и магнитных свойств бинарных соединений редкоземельных металлов с железом Fe, определению величины обменных взаимодействий и их влиянию на температуру Кюри соединений Tc. В качестве объектов исследования были определены новые на тот момент магнитные материалы – бинарные редкоземельные интерметаллиды стехиометрий RFe_2, RFe_3 и R_6Fe_{23}, где R – один из редкоземельных элементов (РЗЭ): Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.

Фото 2. Аспирант Бислиев А.-Х.М.
в проблемной лаборатории магнетизма МГУ им. М.В. Ломоносова

В работе был определен комплекс магнитных и гистерезисных свойств указанных соединений, впервые в истории исследования редкоземельных интерметаллидов изучены магнитные свойства в области температуры Кюри, проведены измерения магнитострикции как в области температуры Кюри, так и в области точек магнитной компенсации. Проведён анализ полученных результатов на основе теории молекулярного поля, которая ранее использовалась для описания магнитных свойств оксидных ферримагнетиков. В рамках этой же теории вычислены обменные поля, действующие на редкоземельные атомы.

В результате данного исследования им было установлено, что за счет громадного обменного поля, действующего на редкоземельную подрешетку, в соединениях с Tb, Er и Ho возникает «гигантская» магнитострикция, которая можно использовать для создания магнитостричторов для генерации ультразвука и управления лазерными лучами в адаптивной оптике [1].

Работа была успешно защищена в 1973 г. на заседании Секции № 2 Ученого Совета отделения физики твердого тела физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

В этом же году Бислиев А.-Х.М. возвращается на родину и становится старшим преподавателем кафедры общей физики Чечено-Ингушского государственного университета им. Л.Н. Толстого. В 1979 г. он избирается доцентом этой кафедры, а в 1980г. ее заведующим. И в дальнейшем, кем бы он ни был, деканом подготовительного отделения или проректором по учебной работе, его педагогическая и научная деятельность связаны именно с этой кафедрой.

Это был умный, вдумчивый и талантливый физик. Итогом его многолетнего труда стала научная лаборатория, которая затем начала перерастать в научную школу. Но сколько труда и сил пришлось в нее вложить прежде. Самое главное было создать коллектив единомышленников. Он искал их и среди сотрудников кафедры, и среди студентов. И вот к 1982 г. основной костяк членов его научной группы сложился:

1. Экажев Азгирей Магометович – выпускник физического факультета РГУ, старший преподаватель кафедры общей физики;

2. Умхаева З.С. - выпускница физического факультета ЧГУ1979 г.; старший преподаватель кафедры общей физики;

3. Машаев С-М.Ш. – выпускник физического факультета ЧГУ 1976 г., заведующий лабораториями кафедры общей физики;

4. Гудаев М-А.А - выпускник физического факультета ЧГУ 1979 г.;

5. Ажиев М.В. - выпускник физического факультета ЧГУ 1980 г.;

В такой последовательности группа и складывалась. Если учитывать, что все сотрудники преподавали и у каждого были свои курсовики и дипломники, то в среднем ежегодно в лаборатории работало до 20 человек.

Параллельно шел процесс создания научной лабораторной базы. Следует отметить, что в университет был преобразован Чечено-Ингушский государственный педагогический институт. И своей научной лабораторной базы, тем более по магнетизму, он не имел. Предстояло начитать с нуля. Изначально было решено, что лаборатория будет комплексной, чтобы на месте, не выезжая никуда, мы могли производить синтез интерметаллических соединений и комплексное исследование их атомно-кристаллической структуры, магнитных свойств и ядерно-магнитных характеристик. В результате, на кафедре общей физики, на которой Абдул-Хамид Махмудович был заведующим, было решено создать 3 отдельных лаборатории, объединённые единой целью:

- лаборатория рентгеновского дифракционного структурного анализа;
- лаборатория ядерного-гамма резонанса;
- лаборатория по физики магнитных явлений.

В лаборатории проводились комплексные исследования редкоземельных фаз переменного состава $R^{I}R^{II}Fe_2$, включая измерения параметров атомно-кристаллической решетки, всех магнитных характеристик вещества и сверхтонких взаимодействий. Указанные исследования позволяли получать информацию не только кооперативного плана, как намагниченность вещества, его магнитный момент, восприимчивость и температуру Кюри, но и локального ядерного характера, включая сверхтонкие поля на ядрах ^{57}Fe, электрические дипольные моменты исследуемых ядер, магнитные моменты ядра. Это результаты на тот момент были «революционными» и мы никогда не смогли бы их так быстро получить, если бы не бескорыстная помощь, дружеская поддержка и внимание со стороны истинных друзей Бислиева А-Х.М. Он умел выбирать друзей и дружить. Соответственно, и они всегда шли нам навстречу по всем вопросам оборудования лаборатории, освоения методик эксперимента, обсуждения полученных результатов. Я хочу назвать этих людей, которые, несмотря на то, что Бислиева нет с нами уже 30 лет, до сих пор опекают нас, интересуются нашей судьбой и готовы помочь, несмотря на свой теперь уже преклонный возраст. Это Заслуженные профессора МГУ, доктора физико-математических наук, профессора Никитин Сергей Александрович, Илюшин Александр Сергеевич и Николаев Владимир Иванович. К большому сожалению двух последних из названных профессоров уже нет среди нас.

Каждый из них научил нас той или иной методике. В России не было специалиста по рентгеновскому структурному анализу лучше Илюшина А.С., на мой взгляд. Он приезжал к нам несколько раз, консультировал, учил обработке рентген-дифракционных спектров. Первая наша статья по структурному состоянию сплавов $(TbZr)Fe_2$ [2] была написана под его руководством. Он показал основные приемы анализа спектров сплавов, принадлежащих одной системе. Только тогда у нас сложилась достоверная картина, что же происходит в этой системе, где каждый образец является сплавом замещения с определённым шагом. Недавно он с улыбкой вспоминал, как мы сами пытались это сделать и как это у нас не выходило. Нам было тяжело. Все – таки в первый раз. А он является учеником самого Жданова Г.С. и стажировался у Уоллиса в США. Куда нам до него! Очень жаль, что российская наука в апреле текущего года понесла такую утрату – ушел из жизни заведующий кафедрой физики твердого тела физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Илюшин Александр Сергеевич.

Хочу вспомнить добрыми словами и профессора Николаева В.И., долгое время возглавлявшим Центр переподготовки научно-педагогических кадров (ЦПНПК) МГУ. Это был непревзойдённый мастер слова, педант, в хорошем смысле слова, в написании текстов статей и иных научных работ. Но великолепный специалист в области мессбауэровского эксперимента. Он и его научная группа сыграли самую важную роль в том, что мы стали заниматься ядерной гамма-резонансной спектроскопией. В этой области важен и сам эксперимент, но такую же, если не более важную, роль играет методика расшифровки мессбауэровских спектров. Он со своими учениками разработал целый ряд программ в зависимости он конкретных свойств твердого тела. Эти программы используются достаточно широко в научном мире. Они вызывали нас на стажировки, они работали с нами и с нашими дипломниками. Пусть это поздно, но все равно хочется от души поблагодарить и его, хотя его также уже нет среди нас, и всех его сотрудников.

Несомненно, самую главную роль в становлении научной группы и нашей научно-исследовательской базы сыграл профессор Никитин С.А., бывший руководитель аспирантуры Бислиева А-Х.М. Тяжело назвать момент в нашей работе, где бы не было его помощи. Образцы, пожалуйста. Дьюары, пожалуйста. Фигурные дьюары для магнитных измерений было очень трудно найти, их делали на заказ в стеклодувных мастерских физического факультета. Разбила случайно, надо ехать в Москву на физический факультет, просить у Сергей Александровича. Но самое главное, что он сделал для нас, это подарил 2 лабораторных электромагнита ФЛ-1, разработанных на физическом факультете МГУ. Электромагнит ФЛ-1 представлял собой универсальный электромагнит открытого типа массой около 900 кг. При определенных условиях (силе тока и соответствующем зазоре между полюсами) электромагниты позволяли получить магнитное поле напряженностью до 25 кЭ. Для стационарных полей это очень хорошая величина.

На этих электромагнитах нами были созданы 2 установки: автоматический маятниковый магнитометр типа Доминикали с емкостным датчиком перемещений и установка для измерения магнитострикции тензометрическим методом. Первая установка была на тот момент уникальной и позволяла проводить исследования от4,2 до 1000 К. Это очень широкий температурный интервал, что являлось ее неоценимым достоинством. Авторами и основными сборщиками установки были аспирант Гудаев М.-А.А. и сам Абдул-Хамид Махмудович [3].

Кроме названных, лаборатория обладала установкой для исследования восприимчивости слабомагнитных веществ в широкой температурной области, индукционной печью для синтеза интерметаллических соединений редкоземельных металлов с 3d-переходными металлами, рентгеновским дифрактометром ДРОН-3 и самым главным нашим сокровищем - ядерным гамма-резонансным спектрометром ЯГРС-4М.

Первые наши публикации датированы 1982 г. Нас стали узнавать в научном мире и в 1984 г. мы были приглашены на Всесоюзное совещание по сверхтонким взаимодействиям СТВ-1, которое проходило на базе НИИЯФ МГУ, на котором с устным докладом выступила Умхаева З.С. [4].

Затем нас включили в число исполнителей межвузовской, целевой научно-технической программы АН СССР «Взаимодействие мессбауэровского излучения с веществом» (программа «Кристалл»).

А в 1986 и 1988 гг. на базе нашей лаборатории в г. Грозном были проведены Всесоюзное совещание СТВ-2 и Всесоюзная школа-семинар по проблемам магнетизма. Оба совещания прошли на турбазе «Беной». Присутствовали виднейшие представители в области магнетизма профессора МГУ Белов К.П., Стеценко П.Н., Левитин Р.З., Маркосян А.С., Годовиков С.К. и др. В принятие решения о проведении совещания СТВ-2 в Грозном принимал участие сам академик Вонсовский С.В. – автор фундаментального труда «Магнетизм» [5]. На рис. 2 (слева) Бислиев А-Х.М. беседует в «Беное» с профессором Николаевым В.И., а справа – с профессором НИИЯФ МГУ Шпинелем В.С.

Фото 3. Участники Всесоюзного совещания по ядерно-спектроскопическим методам исследования вещества СТВ-2 в Беное.

Из сказанного следует, что начинали мы достаточно активно и профессионально. Но все перевернула сначала весна 1991 г., когда в республике начались социально - политические волнения, а затем злодейское покушение вечером 11 ноября на ректора ЧИГУ Кан-Калика В.А. и оказавшегося рядом проректора Бислиева А-Х.М. привели к их трагической гибели. Но успели мы сделать немало.

К основным научным результатам работы научной группы проф. Бислиева за период 1982-1991 гг. относятся:

1. Впервые определены границы растворимости атомов РЗЭ и 3d-элементов в исследованных твердых растворах редкоземельных металлов.

2. Впервые обнаружены инварные аномалии теплового расширения в R-3d интерметаллидах.

3. Впервые обнаружено сосуществование магнитного и немагнитного состояния атомов в одной подрешетке.

4. Впервые обнаружены метамагнитные переходы в кобальтовой системе сплавов $Gd_{1-x}Zr_xCo_2$.

5. Определены изотропные и анизотропные вклады в сверхтонкие магнитные поля на ядрах железа и вкладов от электронов проводимости в сплавах на основе RFe_2.

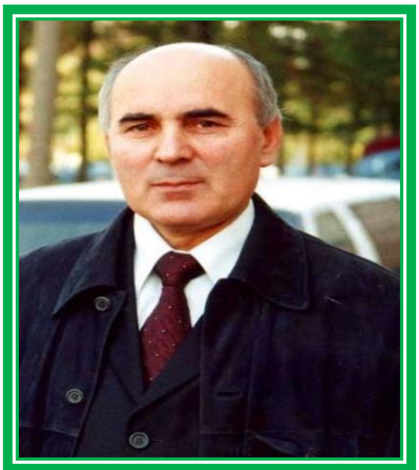
Нами предложены впервые:

1. Методика разделения обменного, зонного и объемного вкладов в объемную магнитострикцию;

2. Экспериментальные методы построения кристалло-структурных и магнитных фазовых диаграмм «состав-температура» и «поле-температура», которые позволяют установить для многокомпонентных фаз Лавеса корреляцию между физическими свойствами сплавов с их атомно-кристаллической структурой в области магнитных фазовых переходов, что позволяет производит поиск нового типа магнитных материалов с оптимальными магнитными и магнитострикционными характеристиками.

В научной группе Бислиева А-Х.М. нас было 6 человек. Но защитились из нас четверо:

1990 г. – защита диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук Умхаевой З.С. «Магнитные свойства и сверхтонкие взаимодействия в фазах Лавеса с цирконием».- М.: МГУ,1990 г.



1992 г. - защита диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук Машаевым С-М.Ш. «Магнитные фазовые переходы и локальные распределения атомов в сплавах квазибинарных систем β-$Mn_{19,5-x}SnxFe_{0,5}$ и β-$Mn_{20-x}(SiFe)_x$». - М.: МГУ,1992 г.

1998 г. - защита диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук Гудаевым М-А.А. «Структура, магнитные свойства и сверхтонкие взаимодействия в фазах высокого давления в сплавах систем $Ho(Fe_{1-x}Mn_x)_2$ и $Tb(Fe_{1-x}Mn_x)_2$».
-Нальчик: 1998 г.

Наш коллега Азгирей Магометович Экажев мог совершенно спокойно выйти на защиту. Однако трагедия, случившаяся с нашим научным руководителем, а затем все, что произошло на территории ЧР, способствовало тому, что Экажев А.М. сначала покинул республику, а затем и перестал работать в системе образования.

После того, как не стало нашего научного руководителя, аспирант Ажиев Магомед Вахаевич сменил тему диссертации и защитил диссертацию на соискание степени кандидата педагогических наук в 2009 году «Педагогические условия адаптации личности к обучению в педагогическом вузе».

Так сложилась судьба Абдул-Хамида Махмудовича Бислиева. 30 лет тому назад в самом расцвете сил, творческих и научных, молодым и достаточно активным ученым он покинул этот свет. Его жизнь оборвалась практически на взлете. Он успел воплотить свою мечту в жизнь – создать научную школу, но не успел насладиться результатами своего труда, успехами своих учеников, а затем и их учеников. Так сложилась жизнь. Дала геч дойла цунна!

Честь. Долг. Верность дружбе. Эти ценности были самыми главными в жизни Бислиева. Он следовал этим принципам сам и выбирал людей, для которых они тоже были не пустым звуком. Именно этим можно объяснить то, что даже через 30 лет после его гибели, его друзья, профессора МГУ им. М.В. Ломоносова Никитин С.А. и Илюшин А.С. до сих пор опекают нас в научной деятельности. Теперь не только нас, но уже и наших учеников. Илюшин А.С. был научным консультантом по докторской диссертации Умхаевой З.С.

«Структурные и магнитные фазовые превращения, и сверхтонкие взаимодействия на ядре ^{57}Fe в фазах высокого давления сплавов квазибинарных систем $R^{I}_{1-x}R^{II}_{x}M_2$ и $R(Fe_{1-x}M_x)_2$ (R-РЗЭ, M-3d-металл)», а теперь перед самой своей кончиной помог подготовить к защите еще одного физика, ученицу проф. Умхаевой З.С. –Тамилу Ахмадовну Алероеву.

Необходимо отметить, что все исследования, выполненные на базе физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, проведены в рамках трехстороннего Договора о научно-техническом сотрудничестве между ФГБУН «Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН» ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова» и ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова». Часть измерений проведена даже в лаборатории сильных магнитных полей г. Дрезден, Германия.

В г. Грозном одна из улиц названа в честь Абдул-Хамида Махмудовича Бислиева.

Список литературы

1. Гшнайднер, К. Физика и химия редкоземельных элементов/К. Гшнайднер, Л. Айринг Л. – М.: Металлургия, 1982. - 336 с.
2. Бислиев, А.-Х.М. Структурное состояние сплавов квазибинарной системы $Tb_{1-x}Zr_xFe_2$./ А.-Х.М. Бислиев, З С. Умхаева, С. А. Никитин, А. С. Илюшин// ФММ. – 1989. - т. 67. - в. 3. - с. 544-546.
3. Бислиев, А.-Х.М. Автоматический маятниковый магнитометр с емкостным датчиком перемещений/ А.-Х.М. Бислиев, М.А. Гудаев // Приборы и техника эксперимента - 1993. - №2. с.191-194
4. Бислиев, А.-Х.М. Исследование сверхтонких и обменных взаимодействий в соединениях $Tb_{1-x}Zr_xFe_2$/ А.-Х.М. Бислиев, З.С. Умхаева, С.А. Никитин, А. К. Куприянов// тезисы докладов II Всесоюзного совещания по ядерно-спектроскопическим исследованиям СТВ-II. – Грозный: 1986. - с. 161.
5. Вонсовский, С.В. Магнетизм/С. В. Вонсовский. – М.: Наука, 1971. - 1032 с.

УДК 373.853

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МОДУЛЯЦИОННЫХ МЕТОДИК ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Хамхоев Б.М., *кандидат физико-математических наук,*
профессор кафедры общей физики
Ингушский государственный университет, г.Назрань
e-mail: dekanatfismat_2015@mail.ru

Торшхоева З.С., *кандидат физико-математических наук,*
доцент кафедры общей физики,
Ингушский государственный университет, г.Назрань
e-mail: torshhoeva.zina@mail.ru

Евлоев А.В., *старший преподаватель кафедры общей физики*
Ингушский государственный университет, г.Назрань,
e-mail: Evlihan@mail.ru

Иналова З.И., *ассистент кафедры общей физики*
Ингушский государственный университет, г.Назрань
e-mail: rema.roza@mail.ru

Аннотация. *В статье приведены модуляционные методики исследования спектров полупроводников. диэлектрическая проницаемость, трехмерная критическая точка.*

Ключевые слова: *модуляционные методы, дифференциальные спектры, лоренцевы функции.*

BRIEF THEORETICAL REPRESENTATIONS OF MODULATION TECHNIQUES FOR STUDYING OPTICAL SPECTRA OF SEMICONDUCTORS

Khamkhoev B. M., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences,*
Professor of the Department of General Physics, Ingush State University, Nazran
e-mail: dekanatfismat_2015@mail.ru

Torshkhoeva Z. S., *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of General Physics, Ingush State University, Nazran*
e-mail: torshhoeva.zina@yandex.ru

Evloev A.V., *Senior lecturer of the Department of General Physics*
Ingush State University, Nazran, e-mail: Evlihan@mail.ru

***Inalova Z. I.**, Assistant of the Department of General Physics*
Ingush State University, Nazran, e-mail: rema.roza@mail.ru

***Annotation**. The article presents modulation methods for studying the spectra of semiconductors. permittivity, a three-dimensional critical point.*
***Keywords**: modulation methods, differential spectra, lorentz functions*

Применение модуляционных методов является важным достижением экспериментальной техники. К настоящему времени в литературе имеется достаточно работ, посвященных модуляционным методам исследования [1-11]. Одной из наиболее интереснейших работ по этим методам является монография Кардоны [9], на некоторых положениях которой мы считаем необходимо остановиться.

Идентификация структурных особенностей, связанных с переходами в особых точках Ван Хова, в спектрах поглощения и отражения - задача непростая. Переходы между квазинепрерывными энергетическими состояниями электронов создают широкий бесструктурный фон, перекрывающий и «размывающий» структурные особенности. Методы модуляционной спектроскопии дают возможность преодолеть это препятствие, поскольку регистрируется не сам спектр, а его производная по какому-либо параметру, влияющему на оптические переходы. Чувствительность при измерении этой производной может быть очень большой, благодаря применению фоточувствительных методов детектирования, что обеспечивает надежную регистрацию и уверенное наблюдение сигнала в области особенностей спектра. Получаемые, таким образом, спектры производных обладают резкой структурой, вследствие чего дают полную и точную информацию.

Известно, что особенность комплексной диэлектрической проницаемости ε вблизи трехмерной критической точки может быть представлена выражением:

$$\varepsilon = A(\omega - \omega_q)^{1/2} + C \tag{1}$$

где A - комплексная величина, C - некоторая постоянная.

В соотношении (1) постоянная составляющая может оказаться значительно больше, чем первый член, который связан с особенностями, переходов в критических точках. Поэтому наблюдение этих особенностей, будет затрудненно. С целью выявления какой-либо особенности надо взять производную от ε по некоторому параметру. В этом случае особенность будет описываться следующим выражением:

$$\frac{d\varepsilon}{d\xi} = \frac{A}{2}(\omega - \omega_q)^{-1/2}\frac{d(\omega - \omega_q)}{d\xi} + \frac{dA}{d\xi}(\omega - \omega_q)^{1/2} \tag{2}$$

Первый член соотношения (2) в критической точке ω_q резко возрастает и дает возможность обнаружить особенность. Второй член, пропорциональный $(\omega - \omega_q)^{1/2}$ вблизи ω_q, обычно пренебрежимо мал. Из соотношения

(1) видно, что имеются две возможности выбора дифференцирующего параметра ε: частота фотона ω или энергетический зазор ω_q. Поэтому

модуляционные методы разделяются на две категории в зависимости от выбора дифференцирующего параметра: методы модуляции длины волны света и методы внутренней модуляции, в которых дифференцирование производится по внешнему возмущению, приложенному к образцу (напряжение, температура, электрические поля). Дифференцирование ε по частоте ω можно осуществлять, используя луч света, модулированный по частоте. Предположим, что зависимость частоты этого светового пучка от времени имеет следующий вид:

$$\omega_0 = \omega_0 + (\Delta\omega)\cos\Omega t \tag{3}$$

тогда диэлектрическая проницаемость ε будет описываться выражением:

$$\varepsilon = \varepsilon(\omega_0) + \Delta\varepsilon\cos\Omega t \tag{4}$$

Если измерено $\Delta\varepsilon$, то производная непосредственно определяется выражением:

$$\frac{d\varepsilon}{d\omega} = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta\omega}\text{, для}\quad \Delta\omega \to 0 \tag{5}$$

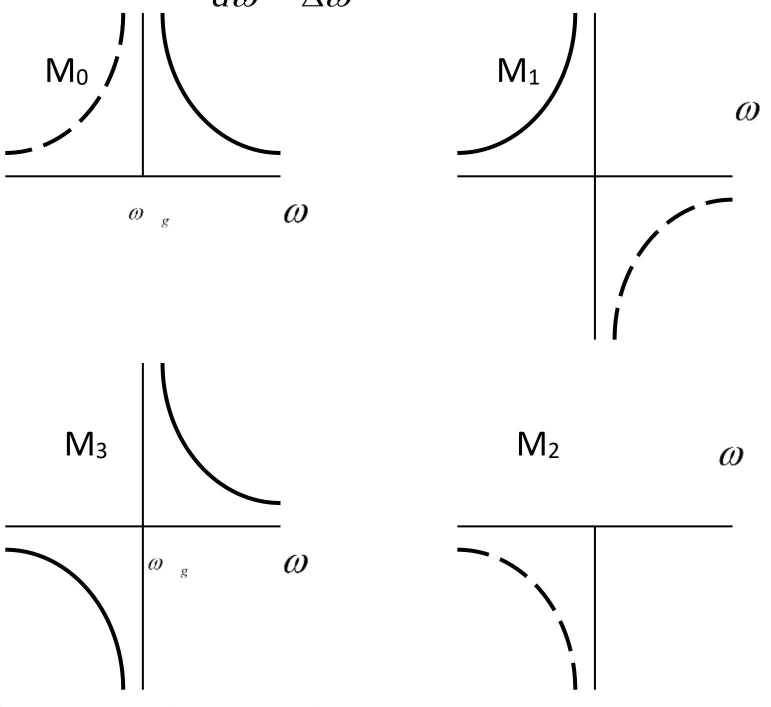


Рис. 1. Производные от действительной и мнимой частей ($\frac{d\varepsilon_r}{d\omega}$ - сплошная кривая и $\frac{d\varepsilon_i}{d\omega}$ - пунктирная кривая) диэлектрической проницаемости по частоте вблизи трехмерной критической точки

Из (5) видно, что если $\Delta\omega$ сохранять малой и постоянной, то $\Delta\varepsilon(\omega_0)$ пропорционально $\frac{d\varepsilon}{d\omega}$. Обычно, во время эксперимента $\Delta\varepsilon$ непосредственно не измеряется, а измеряется модуляция пропускания ΔI или модуляция отражения ΔR. На рис. 1 показаны производные от ε_r и ε_i по ω для четырех типов трехмерных критических точек, которые следует ожидать в модуляционных спектрах.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что спектры полученные путем модуляции длины волны света в различных критических точках обладают различными формами. Поэтому целесообразнее рассмотреть вопрос о форме линий в дифференциальных спектрах, полученных путем модуляции длины волны света. Для начала рассмотрим асимметрично уширенную экситонную линию. В этом случае диэлектрическая проницаемость может быть написана в следующем виде:

$$\varepsilon_r - 1 \sim \Gamma^{-1}(F_1 - 2AF_2)$$

$$\varepsilon_i \sim \Gamma^{-1}(F_{21} - 2AF_1) \qquad (6)$$

$$F_1 = \frac{-W}{W^2+1}, \quad F_1 = \frac{1}{W^2+1} \text{ и } \quad W = \frac{\omega - \left(\overline{\omega}_q - \Delta_l\right)}{\Gamma/2}$$

Здесь Γ - параметр, характеризующий уширение, A - параметр, характеризующий анизотропию уширения, Δ_l - сдвиг энергии вследствие экситон-фононного взаимодействия.

Соотношения (6) дают возможность выразить ε_r и ε_i через лоренцевые функции F_1 и F_2 приведенной частоты W.

Из спектра, полученного путем модуляции длины волны, находим

$$\frac{d\varepsilon_r}{d\omega} \sim \Gamma^{-2}[F_1' - 2AF_2']$$

$$\frac{d\varepsilon_i}{d\omega} \sim \Gamma^{-2}[F_2' - 2AF_1'] \qquad (7)$$

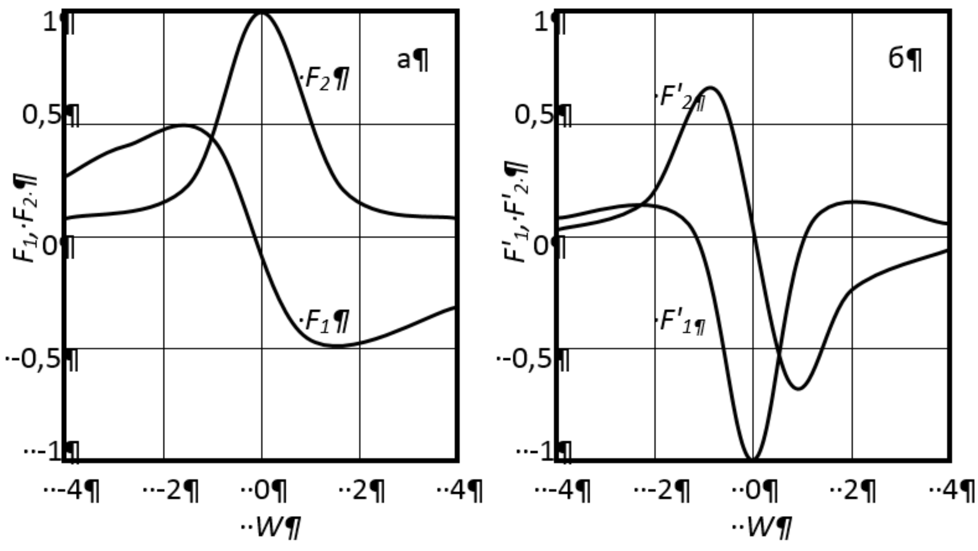


Рис.2. а – Лоренцевые функции ω и ω ;
б – их производные $F_1'(W)$ и $\frac{d\varepsilon'}{d\omega}$.

На рис.2. показаны виды функций $F_1(W), F_2(W), F_1^{'}(W), F_2^{'}(W)$.

Теперь рассмотрим дифференциальный спектр трёхмерных критических точек квадратного корня, возникающих вблизи прямых разрешенных краев. Аналитическое выражение диэлектрической проницаемости вблизи критической точки, учитывающей уширение, описывается выражением:

$$\varepsilon - 1 \sim (\omega + i\eta)^{-2}[2\omega^{1/2} + (\omega_q - \omega - i\eta)^{1/2} - (\omega_q + \omega + i\eta)^{1/2}] \qquad (8)$$

Если параметр уширения η мал $(\eta << \omega_q)$, то основной вклад а дифференциальные спектры дает член $(\omega_q - \omega - i\eta)^{1/2}$ в выражении (8). При

$\eta \to 0$ этот вклад будет проявляться как особенность, в то время как остальные члены ведут себя нормально. Вводя приведенную частоту $W = (\omega - \omega_q)/\eta$ для критической точки M_0, получим следующее выражение:

$$\frac{d\varepsilon_r}{d\omega} \sim \mathrm{Re}\left[\frac{1}{2}(\omega + i\eta)^{-2}(\omega_q - \omega - i\eta)^{-1/2}\right] = \frac{1}{2}\eta^{-1/2}[W^2+1]^{-1/2}\left[(W^2+1)^{1/2} - W\right]^{1/2} = \frac{1}{2}\eta^{-1/2}F(-W) \qquad (9)$$

В (9) зависимостью множителя $(\omega + i\eta)^{-2}$ от частоты для $\eta << \omega_q$ можно пренебречь. Дифференциальные спектры вблизи трехмерных критических точек любого типа можно также выразить посредством функции $F(W)$. В табл.1 приводятся соответствующие выражения [9].

Таблица 1

Тип критической точки	$2\eta^{1/2}d\varepsilon_r/d\omega$	$2\eta^{1/2}d\varepsilon_i/d\omega$
M минимум	*F(-W)*	*F(+W)*
M седловая точка	*F(+W)*	*F(-W)*
M седловая точка	*F(-W)*	*F(+W)*
M максимум	*F(+W)*	*F(-W)*

Производные $\frac{d\varepsilon_r}{d\omega}$ и $\frac{d\varepsilon_i}{d\omega}$ для четырех типов трехмерных критических точек (разрешенные переходы) в представлении функции $F(W)$

Список литературы

1. Balsev, J. Piezooptical effects Semiconductors and Semimetals/J. Balsev//Academik Press, N.Y-London. - 1972. - № 9. - P.403-456.

2. Sari, S.O. Optical spectroscopy in semiconductors in High magnetic field using polarization modulation/ S.O. Sari, S.E. Schnatterly// Proc. Of I Int. on Conf. Motul. Spectroscopy.North-Holland.Pub. Co. Amsterdam. – 1973. – P.328- 339.

3. Кринчик, Г.С. Динамические эффекты электро- и пьезоотражения света кристаллами/Г. С. Кринчик// УФЖ. - 1986. - Т.94. - Вып.1. - С.143-154.

4. Fishner J.E. New directions in modulation spectroscopy. // Proc. Of I. Inr. on Conf. Modul Spectroscopy. North-Holland. Pub Co. Amsterdam. – 1973. - P.473-493.

5. Aspnes, D.E. Third derivative modulation spectroscopy with low-field electroreflectance/ D.E. Aspnes// Proc. of I Int. on Conf.Modul Spectroscopy. North-Holland. Pud. Co. Amsterdam. - 1973. - P.418-442.

6. Dow, J. D. Effects of final-state interactions on modulation spectra of semiconductor/ J. D. Dow// Proc. Of I Int. on Conf. Modul Spectroscopy. North-Holland. Pub. Co. Amsterdam. - 1973. - P.786-803.

7. Sell, D.D. Review of piezomodulation Spectroscopy/ D.D. Sell // Proc. Of I Int. on Conf. Modul Spectroscopy. North-Holland. Pub. Co. Amsterdam. - 1973.- P.896-913.

8. Dond, S.F. Electroreflectance from flatband/ S.F. Dond//Proc of I Int on Conf. Modul Spectroscopy. North-Holland.-Pub. Co. Amsterdam. - 1973. - P.596-616

9. Кардона, М. Модуляционная спектроекония/М. Кардона. - М.: Мир. - 1972. - 416с.

10. Гусейнов, Г.Д. Оптические исследования монокристаллов $TlGaS_2$, $Tl_{0,98}Ag_{0,02}GaS_2$.X /Г. Д. Гусейнов, А. У. Мальсагов, Р. Б. Дишеков//Всес.конф. по физике п/п. –Минск, 1985.

11. Мальсагов, А.У. Оптические исследования монокристаллов $TlGaSe_2$, $Tl_{0,98}Ag_{0,02}GaSe_2$. /А. У. Мальсагов. –сборн.науч.-практич. конф. // Назрань:ИГУ, 2000.С.242.

УДК 373.853

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕЙМИФИКАЦИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ

Шермадина Н.А., *кандидат педагогических наук,*
Армавирский государственный педагогический университет, г. Армавир
e-mail: H_N_A@mail.ru

Перунова Т.И., *магистрант 1 курса,*
Армавирский государственный педагогический университет, г. Армавир
e-mail: perunova_t98@mail.ru

Аннотация. *В статье рассматривается проблема включения геймификации в процесс обучения физике в школе. Игровые практики используются в основном при организации внеурочной деятельности или на уроках обобщения и систематизации, но мы предлагаем использование геймификации на различных типах урока. Цель исследования - разработать методические рекомендации по использованию геймификации при обучении физике в основной* *школе. Задачи исследования: проанализировать понятие «геймификация»; рассмотреть особенности применения геймификации в образовательном процессе; выделить методические особенности использования геймификации при обучении физике в основной школе. В результате проведенного исследования уточнено понятие «геймификация», выделены особенности использования геймификации в обучении в школе, в том числе и на уроках физики, методические особенности подготовки геймифицированного урока, разработан геймифицированный урок по физике для 9 класса «Предотвратить катастрофу». Проведённая апробация элементов исследования на базе МОУ СОШ №2 ст. Григорополисской, Ставропольского края показала эффективность выбранного направления. Научная новизна исследования – уточненное понятие геймификации, практическая значимость исследования - методические материалы, которые могут быть использованы в своей работе учителями физики.*

Ключевые слова: *геймификация, геймифицированный урок, основная школа, обучение физике.*

METHODOLOGICAL PECULIARITIES OF APPLICATION GAMIFICATION IN TEACHING PHYSICS AT SCHOOL

Shermadina N.A., *Candidate of Pedagogical Sciences*
Armavir State Pedagogical University, Armavir
e-mail: H_N_A@mail.ru

Perunova T. I.*, master student,*
Armavir State Pedagogical University, Armavir
e-mail: perunova_t98@mail.ru

Annotation. *The article deals with the problem of gamification in the process of teaching physics at school. Game practices are most often used in the organization of extracurricular activities or in generalization and systematization lessons, but we suggest using gamification in different types of lessons. Purpose of the study: to develop methodological recommendations for the use of gamification in the process of teaching physics in the basic school. Research objectives: to analyze the concept of "gamification"; to consider the features of gamification application in the educational process; to identify the methodological features of gamification use in teaching physics in basic school. As a result of the study the notion of "gamification" was clarified, the features of gamification use in school education, including physics lessons, the methodological features of the gamified lesson preparation, the gamified lesson on physics for 9th grade "Prevent a disaster" was developed. Approbation of the research elements on the basis of the MOU SOU No. 2 in the village Grigoropolisskaya of the Stavropol Region showed the effectiveness of the chosen approach. Scientific novelty of the research - the concept of gamification is* *clarified, the practical significance of the research - the methodological materials that can be used in the work of teachers of physics*

Keywords: *gamification, gamified lesson, elementary school, teaching physics.*

Введение. С давних времен игровые технологии используются в педагогической практике. Игра – один из видов деятельности человека, наряду с ученьем и трудом. В различных областях науки, таких как философия, психология, социология, педагогика и других изучались и продолжают изучаться учеными значение и эффективность игровых практик.

Можно подумать, что феномен игры уже не так актуален для педагогических исследований. Однако, появление поколения «цифровых аборигенов» - детей, выросших в эпоху Интернета, стимулировало общество к новому типу образования - технологическому или проектно-технологическому. Все эти факторы убеждают по-новому взглянуть на роль игр в образовательной деятельности, в том числе компьютерных.

У этого нового способа организации обучения - геймификации, в том числе и физике, в школе имеется огромный потенциал: инструментарий игр способствует усилению мотивации учащегося к образовательной деятельности, повышает вероятность достижения цели.

То есть геймификация или игровизация - некая методика или набор инструментов, позволяющих разнообразить учебный процесс и привнести в него не только развлекательную составляющую, но и учебную, социальную и мотивационную. То есть не создание полноценной игры, а процесс использования элементов игры для достижения реальных целей.

Данное направление еще мало изучено, особенно с точки зрения применения к обучению конкретным предметам, в том числе физике.

Цель исследования: разработать методические рекомендации по использованию геймификации при обучении физике в основной школе.

Методика и организация исследования. Термин Геймификация впервые применил в 2002 году Ник Пеллинг для обозначения особенного способа решения задач различной степени сложности. Сегодня этот термин стал набирать популярность во многих областях человеческой деятельности, в том числе и образовании. В настоящее время нет единого устоявшегося определения термина геймификация, а только выделены основные ее компоненты. Она конечно же пересекается с традиционными игровыми практиками, но в отличии от них она создает игровую иллюзию в реальном мире, хоть и применяет методы компьютерной игры.

Проанализировав особенности геймификации, мы дали ее определение с точки зрения образовательной деятельности. **Геймификация –** это использование набора игровых методик для целостного геймифицированного сопровождения деятельности учащихся в процессе обучения при его сохранном содержании, способствующие достижению образовательных результатов. Для педагогического процесса геймификация – это средство реализации образовательной деятельности.

На основании принципов на которых базируется геймификация [1] (мотивации, неожиданных открытий и поощрений, статуса, вознаграждения) мы выделили особенности использования геймификации в обучении в школе, в том числе и на уроках физики:

1) изменение структуры урока;
2) изменение в организации деятельности учеников;
3) изменение коммуникации на занятиях;
4) учет индивидуальных особенностей учащихся – с точки зрения их положения в игровой деятельности;
5) создание конкуренции;
6) адаптация к получению баллов.

При организации учащихся в группы учитель, чтобы придать деятельности вид компьютерной игры может объединить учащихся, чтобы выполнить все условия заданий. Но при объединении необходимо учитывать индивидуальные особенности школьников, и в соответствии с этим принципом при реализации геймификации в процессе обучения необходимо определить типы игроков, например, на основе теста Бартла: киллеры - любители соревноваться; социофилы - любители общаться, карьеристы - «коллекционеры достижений», исследователи - любители все изучать и анализировать [3].

При оценке выполненных заданий стоит избегать школьной пятибалльной системы. Важно создать ощущение успеха, прогресса, как в играх.

Процесс включения геймификации в образовательную среду является сложным, многоступенчатым [2] и предполагает получение множества возможных преимуществ:

- учащиеся чувствуют себя «хозяевами» своего процесса обучения;
- более непринужденная атмосфера в отношении неудачи, т.к. ученики могут просто попробовать снова;
- обучение становится видимым и фиксируемым с помощью индикаторов прогресса;
- учащиеся могут проявить внутреннюю мотивацию для обучения;
- учащиеся часто чувствуют себя более комфортно в игровой среде.

Но обучение физике не должно быть полностью геймифицированным, так как это невозможно в силу специфических черт изучаемого предмета.

Игровыми можно сделать отдельные моменты урока, весь урок, домашнее задание. Степень использования принципов геймификации в обучении варьируется в зависимости от возможностей как педагога, так и предмета. Можно превратить целый цикл уроков в захватывающий квест. Главная задача учителя подобрать игру, которая соответствует определенному типу урока. При обучении физике возможно применение геймификации:

- на уроках обобщения и систематизации знаний;
- при изучении материала, непосредственно связанного с обычной жизнью;

➢ при изучении материала, который известен (предыдущий уровень обучения), а на данном уроке усложняется;

➢ при организации внеурочной деятельности по физике.

Подготовка геймифицированного урока – дело сложное и трудозатратное. Основными этапами при этом являются:

1. Продумывание сюжета
2. Определение цели геймифицированного урока
3. Определение содержания урока
4. Разделение учащихся по группам или ролям
5. Определение правил геймифицированного урока
6. Определение системы поощрений и мотивации
7. Продумать включение в урок цифровых ресурсов.

Сюжет может быть взят из любимого фильма учащихся, цель игры может иметь интригующую формулировку, например, «Предотвратить катастрофу». При делении учащихся необходимо учитывать их психотипы, описанные выше, чтобы каждый ученик чувствовал необходимость своего вклада в общее дело. Правила игры должны быть посильны, а иначе последует снижение интереса. На каждом этапе определяются результаты – поощрения. Цифровые ресурсы отлично впишутся в игровой сюжет.

Приведем пример разработанного нами Г*еймифицированного урока «Предотвратить катастрофу» для 9 класса.*

Урок начинается с погружения в игровую обстановку (учитель приводит эпиграф, создает атмосферу переноса в прошлое, разбивает на группы и определяет цель и результаты – достижения урока. Урок разбит на уровни достижение, которых способствует формированию образовательных результатов и цели урока.

На первом уровне предлагается составить цепочку ядерных реакций и наклеить полученную реакцию на доску. Учащиеся делают вывод что реакция цепная и необходимо найти способ ее укротить.

Геймифицированный урок «Предотвратить катастрофу» (9 класс)

Цель: сформировать знание о принципах работы ядерного реактора.

Планируемые образовательные результаты:

Предметные: знает устройство и принцип работы ядерного реактора.

Метапредметные: анализирует информацию; прогнозирует возможный результат; умеет соотносить свои действия с планируемыми результатами; самостоятельно ищет необходимую информацию; устанавливает причинно-следственные связи; умеет взаимодействовать в паре, группе; умеет отстаивать своё мнение; умеет представить полученные результаты.

Личностные: научился самостоятельно приобретать новые знания и практические умения; формирование способности объективно оценивать меру своего продвижения к цели урока.

Ход урока

«Обнаруженная сила урана угрожает цивилизации и людям не больше, чем когда мы зажигаем спичку…»
А. Эйнштейн

Учитель: Здравствуйте, ребята! Сегодня нас с Вами ждет не обычный урок. Нам предстоит настоящее путешествие во времени. Но для начала давайте обратим внимание на эпиграф. Какие мысли у Вас вызывает данное высказывание А. Эйнштейна?

Ученик: Возможно, Эйнштейн предполагал, что энергия урана не всегда пойдет на благо…

Учитель: Да, ты прав. История человечества и история природы неразрывно связаны и влияют друг на друга. Долгое время ядерная энергия была скрыта от человека. Но человек по своей природе любопытен! Ему всегда нужно знать то, что пока неизвестно. Всегда нужно больше, чем у него есть. И вот, во второй половине 20 века произошли глобальные изменения, которые, с одной стороны совершили огромный прорыв в энергетике. А с другой, сделали реальной угрозу самоуничтожения человечества.

Как Вы считаете, что стало таким глобальным изменением?

Ученики: предполагают – открытие деления ядра урана, овладение атомной энергией.

Учитель: всё верно. А сейчас представьте, что мы с Вами оказались в самом эпицентре событий 26 апреля 1986. О чем Вам говорит эта дата? Что же произошло в этот день?

Ученики: Авария на Чернобыльской АЭС

Учитель: да, Вы правы. Сейчас мы поделимся на несколько групп, каждая из которых должна выполнять определенные задания, чтобы заработать баллы. Максимальное их количество – 100. Команда, которая наберет больше всех баллов станет победителем и получит оценки «5» за урок.

Цель нашего путешествия на Чернобыльскую атомную электростанцию состоит в том, чтобы предотвратить катастрофу.

1 уровень.

Задание для групп. Игра «Цепочка» (восстановить цепочки ядерных реакций).

Учащиеся в команде поочерёдно восстанавливают недостающие элементы в реакциях.

Последний в цепочке поднимает карточку с химическим элементом Kr (и Sr)

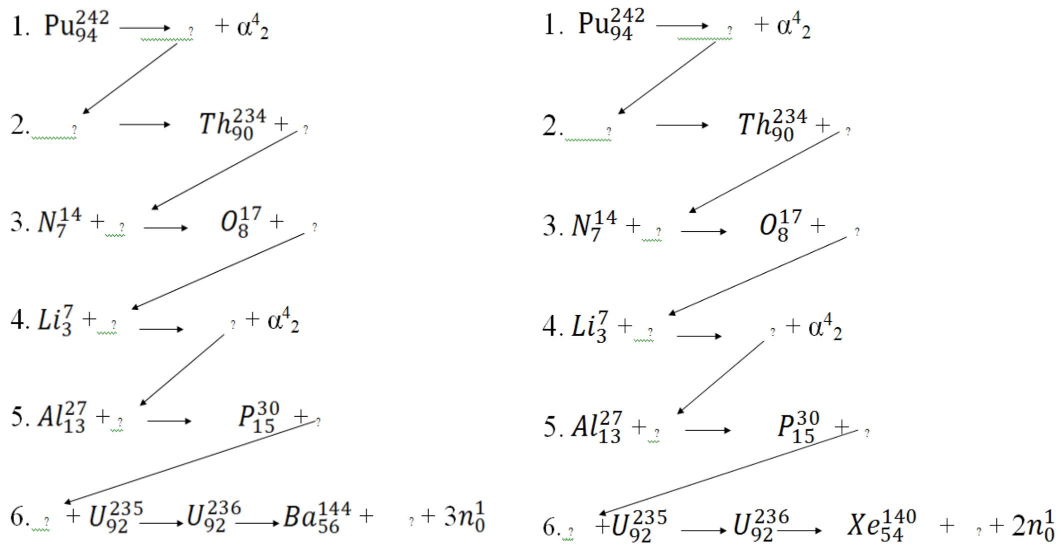


Рис. 1. Задание для 1 и 2 команд

Учитель: Я прошу выйти к доске тех учащихся, на которых закончилась «Цепочка реакций» и наклеить полученную реакцию на доску.

Ребята, правильно выполнившие цепные реакции, получают привилегии, которые облегчат прохождение следующего уровня. В отличие от других команд, вы будете выполнять более легкий уровень.

Учитель: Ребята, как называется этот тип реакции?

Ученики: Цепная реакция.

Учитель: Чем он характерен?

Ученики: Вызывается нейтроном и высвобождаются нейтроны

Учитель: А еще чем характерна цепная реакция?

Ученики: Большой энергией и бесконтрольностью.

Учитель: Абсолютно верно. Цепная реакция по сути неуправляемая. И надо найти способ укротить ее.

Все, кто верно выполнил задание получают 10 призовых баллов.

2 уровень.

Учитель: на этом уровне нашего путешествия мы с Вами становимся учеными-строителями и нам нужно построить атомную электростанцию. А теперь переходим по ссылке и выполняем задание. Команда, которая первой выполнит задание получит 15 призовых баллов.

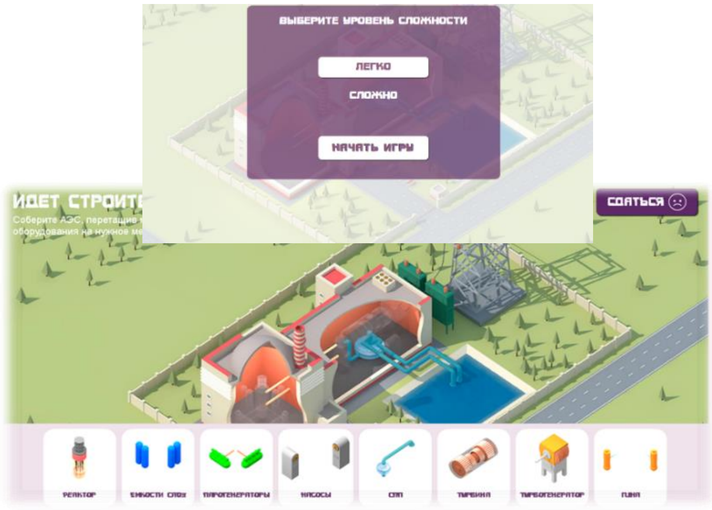


Рис 2. Игра: «Собери АЭС | Ядерный реактор»

Команда, которая первой правильно выполнит задание, сможет избежать одного из вопросов нашего следующего уровня.

Учащиеся переходят по ссылке https://myatom.ru/wp-content/uploads/games/aes/aes/ используя или свои телефоны (но это не очень удобно) или компьютеры, планшеты, имеющиеся в классе. В зависимости от того как было выполнено предыдущее задания каждая из команд выбирает легкий или сложный уровень и переходит в игру (рис. 2).

Ученикам предлагается собрать АЭС, перетащив мышкой картинки оборудования на нужное место, чтобы АЭС заработала. После прохождения уровня игроку отображается время, за которое он справился с заданием, и даются звёзды в виде награды.

3 уровень.

Учитель: теперь мы с Вами оказываемся внутри реактора. На данном уровне Вам нужно рассмотреть 3D-модель реактора и выполнить следующие задания. Все, кто верно ответит на поставленные вопросы получит по 15 призовых баллов.

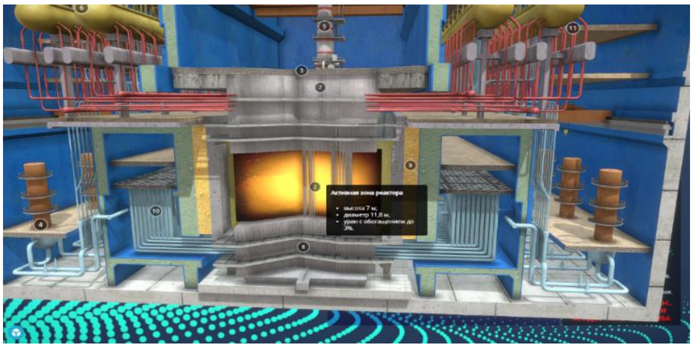


Рис. 3. 3D-модель ядерного реактора

Учащиеся переходят по ссылке https://iz.ru/737014/2018-04-26/3d-model-reaktora-rbmk-1000 и изучают внутреннее устройство ядерного реактора (рис. 3).

После перехода на сайт ученикам даётся описание: РБМК-1000 (Реактор большой мощности канальный) — серия энергетических ядерных реакторов, разработанных в СССР для использования на атомных электростанциях. При запуске 3D-модели на экране отображается устройство ядерного реактора, при наведении мышки на какую-либо его часть появляется её описание.

Задание:

1. Для запуска реактора молодой специалист ввёл в активную зону регулирующие стержни (рис. 4). Объясните, что произойдёт.

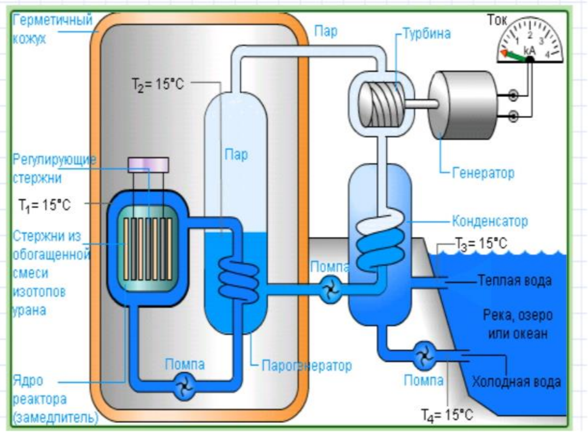


Рис. 4. Модель устройства ядерного реактора

2. В активную зону реактора ввел и замедлитель в виде графитовых стержней. Что замедлять и зачем?

3. Почему сразу нельзя воду из ядерного реактора превратить в пар и направить в турбину?

Команда, не допустившая ошибок, получит подсказку на следующем уровне – одно правильное соответствие.

4 уровень.

Учитель: отлично, Вы все перешли на следующий уровень! На данном этапе Вы должны указать назначение каждого вещества (Таблица 1) в уран-графитовом реакторе с помощью стрелок. За каждое верное соответствие Вы получаете четыре призовых балла.

Таблица 1

Назначение веществ в уран-графитовом реакторе

Вещество	**Назначение**
урановые стержни	теплоноситель
графитовый блок	отражатель нейтронов
кадмиевые стержни	ядерное "горючее"
бериллиевая оболочка	поглотитель нейтронов
вода	замедлитель нейтронов

При решении следующего уровня, команда, нашедшая большее количество верных соответствий, сможет воспользоваться учебником две минуты.

5 уровень.

Учитель: Вы перешли на новый уровень. Здесь Вам нужно обратить внимание на то, что при благоприятных условиях цепной реакции, освобождающиеся в первой реакции нейтроны могут попасть в другие ядра урана и разделить их (рис. 5). *За каждый верный ответ Вы можете получить 5 баллов.*

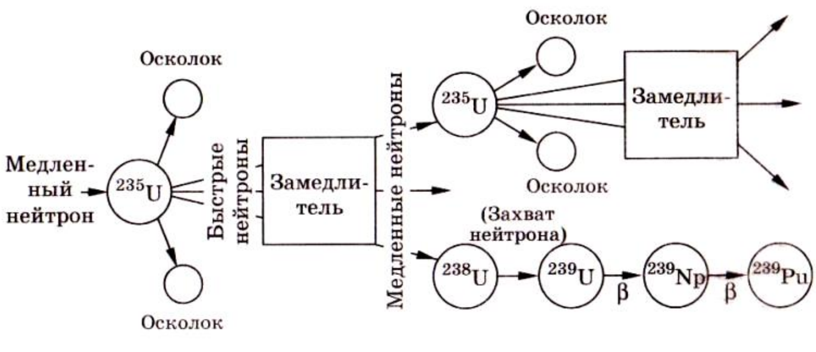


Рис. 5. Цепная ядерная реакция

1) Коэффициент размножения нейтронов – это….

2) Если К<1, то…..

Если К =1, то…..

Если К >1, то ….

Кусок изотопа ^{235} U должен быть достаточно большим, так как при малых размерах образца нейтроны пролетают сквозь образец, не попав ни в одно ядро.

3) Критическая масса – это…

Команда, которая справилась лучше остальных с данным уровнем получает минуту дополнительного времени для обсуждения ключевого задания нашего приключения.

6 уровень.

Учитель: сейчас мы находимся в активной зоне реактора РБМК. Реактор этого типа имеет борсодержащие стержни-поглотители нейтронов с графитовыми цилиндрами-концевиками. При выводе стержней из реактора увеличивается количество тепловых нейтронов (а именно на них работает реактор).

Поэтому в первый момент после нажатия кнопки аварийной остановки реактора происходит не снижение скорости реакции, а, наоборот, ее активация в нижней части устройства. Это и вызвало неконтролируемый «разгон» реактора при работе на запредельной мощности в момент аварии.

Ваша задача объяснить, как можно избежать трагедии? За выполнение этого задания команда может заработать сразу 25 призовых баллов.

Учитель: Команды, Вы отлично справились со всеми заданиями и Вам удалось спасти мир от страшной беды!

Однако в реальной жизни последствия Чернобыльской катастрофы проявляются до сих пор. Площадь радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодий сейчас составляет 3,5 млн га. Погибло 80 тыс. человек, пострадало более 3 млн человек, из которых 1 млн. – дети. Чернобыль принес убытки, сравнимые с бюджетами целых государств.

Учитель: Теперь я хочу вернуть вас к началу урока…. Вспомним эпиграф: «Обнаруженная сила урана угрожает цивилизации и людям не больше, чем когда мы зажигаем спичку».

У этих слов есть продолжение: «…Дальнейшее развитие человечества зависит не от уровня человеческих достижений, а от его моральных принципов».

Учитель: Мои юные ученые, Вы сегодня хорошо поработали! Каждая из команд набрала высокие баллы, Вы получите свои заслуженные оценки!

Результаты исследования и их обсуждение. Апробация элементов исследования была проведена на базе МОУ СОШ № 2 ст. Григорополисской, Ставропольского края. В результате беседы с учителями было выяснено, что сложности применения геймификации при изучении физики также связаны с ограниченностью урока по времени: зачастую проведение полноценного геймифицированного урока выходит за рамки положенных 45 минут, а также нет полного понимания, что геймификация и компьютерная игра – это совершенно разные вещи и в геймифицированном уроке применение интерактива приветствуется, но не является обязательным условием. Были высказаны предложения по организации геймифицированных уроков по физике: создание базы уроков данной направленности по различным темам по физике, разработка методических рекомендации по их включению в процесс обучения физике в основной школе.

Анализируя ответы учителей, а также результаты личной беседы, мы пришли к выводу, что трудности, указанные учителями, приводят к недостаточному использованию геймификации при обучении физике, но школьникам показался привлекательным такой формат проведения занятий. В дальнейшем учет разработанных методических рекомендаций должен привести к исчезновению вышеуказанных трудностей.

Проведенный геймифицированный урок в 9 классе показал более успешное усвоение знаний учениками, в сравнении с традиционным уроком о принципах работы ядерного реактора. Также проведение геймифицированного урока способствовало сформированности УУД, а именно регулятивных и коммуникативных.

Выводы. Геймификация - является мощным ресурсом для развития требуемых универсальных учебных действий. Для формирующегося современного цифрового образовательного пространства геймификация обучения может и должна предоставить площадку для новых решений, подходов, которые помогут отыскать ответы на вызовы современного общества.

Список литературы

1. Варенина, Л. П. Геймификация в образовании / Л. П. Варенина – 2014 / Историческая и социально образовательная мысль - https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-v-obrazovanii/viewer . – Текст: электронный.

2. Корнилов, Ю.В. Геймификация и веб- квесты: разработка и применение в образовательном процессе / Ю.В. Корнилов// Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5.– С. 27-34.

3. Орлова, О.В. Геймификация как способ организации обучения / О.В. Орлова – Вестник Томского государственного педагогического университета – 2015 https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-kak-sposob-organizatsii-obucheniya – Текст: электронный.

СЕКЦИЯ 5. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 37:004

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Ахметова Я.Р., *студент*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: yakhita.akhmetova@bk.ru

Джабраилова Л.Х., *кандидат экономических наук, доцент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный,
e-mail: laura-grozny@mail.ru

Денильханова Р.Х., *кандидат философских наук, доцент,*
Чеченский государственный университет, г. Грозный
e-mail: radima1@yandex.ru

Аннотация. *Современные образовательные технологии в сфере профессионального образования позволяют нам поднять качество образования на новый уровень. Они основаны на роли современных информационных технологий. В этом случае главной задачей преподавателей является содействие самостоятельности учащихся. Сегодня образовательная установка в центральное положение ставит личность обучающегося, выдвигая ряд серьезных требований, касающихся содержания образования. Одним из таких требований является внедрение новых методов обучения. Новый метод организации учебного процесса направлен на то, чтобы научить студентов выдвигать гипотезы и использовать различные информационные потоки для тестирования. Поэтому автор указал в статье, что создание новой образовательной среды связано с разработкой и внедрением современных и эффективных образовательных технологий, которые способствуют личностному развитию учащихся.*

Ключевые слова: *образовательные технологии, развитие, проектирование, образовательный процесс, формирование личности, эффективное внедрение ИКТ, интернет-проекты.*

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES ON THE QUALITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS

Akhmetova Ya. R. *Student, Chechen State Pedagogical University, Grozny*
e-mail: yakhita.akhmetova@bk.ru

Dzhabrailova L.Kh., *Candidate of Economic Sciences, docent,*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: laura-grozny@mail.ru

Denilkhanova R.H., *Candidate of Philosophical Sciences, docent,*
Chechen State University, Grozny, e-mail: radima1@yandex.ru

Annotation. *Modern educational technologies in the field of vocational education allow us to raise the quality of education to a new level. They are based on the role of modern information technologies. In this case, the main task of teachers is to promote the independence of students. Today, the educational attitude puts the personality of the student in the central position, putting forward a number of serious requirements concerning the content of education. One of these requirements is the introduction of new teaching methods. The new method of organizing the educational process is aimed at teaching students to put forward hypotheses and use various information flows for testing. Therefore, the author pointed out in the article that the creation of a new educational environment is associated with the development and implementation of modern and effective educational technologies that contribute to the personal development of students.*
Keywords: *educational technologies, development, design, educational process, personality formation, effective implementation of ICT, Internet projects.*

В настоящее время современные образовательные учреждения сталкиваются с острой проблемой - как пробудить у студентов интерес к учебе и помочь сформировать разностороннюю личность, стремящуюся к самореализации. Чтобы заинтересовать студентов, преподаватели все чаще используют в учебном процессе современные образовательные технологии. Их использование и применение оказывают положительное влияние на развитие познавательной деятельности учащихся, их творческой активности, сознания и реализацию условий перехода от обучения к самообразованию.

Эффективность использования педагогических технологий в образовательном процессе подтверждена исследовательскими работами ряда авторов: В.П. Беспалько, В.А. Сластенина, Г.К. Селевко, М.В. Кларина и др. Современные технологии в образовании рассматриваются как средство, с помощью которого может быть реализована новая образовательная программа. Современными средствами обучения принято считать: Электронные учебники, книги. Интерактивные доски.

Но, несмотря на эффективность современных технологий, не забывайте, что проблемы в их использовании существуют и в настоящее время. Например: Как пользоваться электронными устройствами и как использовать их в учебном процессе. Поэтому учителя должны научиться работать с использованием современных технологий. Особенностью инновационной технологии является то, что ее разработка и применение требуют высокой степени активности со стороны преподавателей и студентов, что требует от преподавателей тратить много времени и энергии, что необходимо для подробного объяснения материалов. Здесь мы видим, что это огромный недостаток, потому что неспособность объяснить и учесть наглядность материала может привести к низкому уровню усвоения, запоминания и воспроизведения тем. Для студентов использование готовых материалов не требует никаких усилий. Конечно, это означает проявление самостоятельности студентов в изучении материалов, но практического применения не имеет из-за непонимания и усвоения.

Примером, данной ситуации может быть урок-презентация. Для того чтобы использовать мультимедийные пособия для работы в классе, электронные учебники позволят разнообразить формы работы в классе за счет одновременного использования иллюстративных, методических и аудио- и видеоматериалов, но, опять же, электронные учебники позволят разнообразить формы работы в классе за счет использования иллюстративных, методических и аудио- и видеоматериалов.

Основные изменения в сфере образования и воспитания привели к изменениям в структуре образовательного процесса в образовательных организациях и требованиях к учащимся. В новых условиях главной и важнейшей задачей преподавателей любого уровня является именно развитие мышления учащихся [7]. Образовательный процесс по-прежнему направлен на приобретение знаний и развитие навыков, но на данном этапе развития современного мира наибольшее предпочтение отдается развитию творческого потенциала и формированию личности будущих выпускников.

Безусловно, современные компьютеры и интерактивное программное обеспечение и методы поддерживают необходимость изменения формы общения между преподавателями и студентами и превращения обучения в коммерческое сотрудничество. Это повышает мотивацию к обучению и приводит к необходимости поиска новой модели класса для итогового контроля (отчетность, отчетность, публичная защита коллективной проектной работы), что повышает индивидуальность и интенсивность обучения.

Слабое материально-техническое оснащение учебных заведений не позволяет использовать информационно-коммуникационные технологии в каждом кабинете. За исключением кабинета информатики с авторизованными пакетами программного обеспечения, класса начальной школы с интерактивными досками, мультимедийными проекторами и планшетными компьютерами для учащихся, компьютеры установлены только в библиотеке, приемной директора и заместителя директора.

Сегодня существует много споров вокруг качества образования. Борьба за качество образования предлагается в качестве ведущей задачи деятельности образовательной организации. Каждый ищет решения по-своему. Что мы подразумеваем под этой концепцией и каких результатов мы ожидаем от наших усилий? Сегодня мы свели качество образования к качеству образования. Именно обучение ребенка, независимо от того, какой метод (знания или умения) считается лучшим, декларируется как основной стандарт качества образования. Ведь от уровня подготовки человека зависит его собственное будущее счастье и качество жизни всего общества. Современная информационная эпоха еще больше обострила задачу воспитания квалифицированного и мобильного населения, способного идти в ногу с быстрым развитием цивилизации.

При проектировании образовательного процесса у учителей часто возникает понятный вопрос: насколько эффективны современные образовательные технологии, и стоит ли отказываться от проверенных временем и хорошо известных методов и приемов обучения?

Мы считаем, что лучше всего не полностью отказываться от традиционных приемов и методов обучения, а использовать накопленный положительный опыт и дополнять его такими приемами и средствами обучения, чтобы дать возможность студентам раскрыть свой потенциал, научить их процессу самостоятельного обучения и развития, а также развивать их творческие способности.

Основой качества образования является качество его содержания и качество образования человека. Одним из способов повышения качества знаний студентов является организация учебного процесса. К современной образовательной деятельности предъявляются высокие требования. Курс начинается вовремя, организация учебного пространства, четкая организация этапов учебного процесса, взаимодействие между преподавателями и студентами, реакция преподавателя на определенное поведение студентов, выбор учебных материалов и методов презентации, использование современных методов и приемов обучения, наглядность и использование ТСО - все это влияет на образовательные результаты деятельности студентов.

Без систематического исследования высших достижений преподавателей и студентов в их работе невозможно достичь качества знаний. В данном случае это невозможно без диагностики. Эта диагностика может дать наиболее полную оценку результатам обучения студентов, которая не только выявляет их усвоенные знания и уровень, но и выявляет развитие когнитивных навыков и творческих способностей. Эта задача может быть решена путем поэтапного усвоения диагностических знаний и навыков.

Для того чтобы успешно решить проблему управления качеством образования, необходимо помнить, что образование - это процесс всестороннего развития растущего человека. Распространяющаяся в настоящее время педагогическая парадигма личностно-ориентированного обучения сталкивается с серьезной проблемой - отсутствием рынка образовательных технологий для обеспечения ее реализации. Поэтому речь идет о проектировании, строительстве и разработке технологии четвертого поколения. Очевидно, что они могут стать дальнейшим развитием блочных технологий, но структура блоков учебных курсов по этим технологиям неизбежно станет более сложной.

Поэтому необходимо внедрять новые методы обучения, подходящие для сегодняшнего дня, что стало объективной необходимостью. Следует отметить, что сами студенты и их родители в основном заинтересованы в получении такого образования, которое поможет им адаптироваться к быстро меняющемуся миру. Систематическое использование мультимедийных средств оказывает значительное влияние на развитие учащихся. Использование мультимедиа для изучения особенностей проявления внимания в классе не только выявляет внешнюю деятельность учащихся, но и выявляет внутреннюю деятельность, основанную на любопытстве и любознательности.

Следует отметить, что информационно-коммуникационные технологии являются современными и эффективными инструментами повышения качества образовательной деятельности. Однако наиболее важным преимуществом использования ИКТ в классе является повышение мотивации к обучению, создание позитивного настроя и активизация самостоятельной деятельности учащихся.

Методическое использование информационно-коммуникационных технологий в сочетании с традиционными формами организации учебной деятельности позволяет студентам развивать когнитивные навыки, творческие способности и коммуникативные способности. Поэтому использование предлагаемой современной технологии не только влияет на формирование общих способностей учащихся, но и улучшает качество восприятия материалов и повышает интерес детей к предмету.

Следует отметить, что деятельность преподавателей образовательных учреждений, обеспечивающих систематическое использование современных образовательных технологий в учебно-воспитательном процессе, является одним из основных факторов, способствующих формированию у студентов исследовательских и коммуникативных навыков; творческих и организаторских способностей; мотивации к активной познавательной деятельности.

Внедрение новых технологий предъявляет к преподавателю такие требования, которые заставляют его одновременно выступать в разных ролях и демонстрировать разные виды компетентности. При внедрении интерактивных технологий преподаватель примеряет на себя новые роли, включая менеджера, коуча, фасилитатора, игротехника, эксперта и т.д. Каждый из новых видов деятельности требует развития профессиональных, социально-психологических и педагогических умений и навыков [5].

Для того чтобы использовать интерактивные технологии на высоком профессиональном уровне для организации групповых взаимодействий и сделать учебный процесс интерактивным, для диагностики эффективности обучения и развития учителям также необходимы метафункции, включающие специальные коммуникативные, интерактивные, перцептивные и игровые технические знания, навыки, умения и психологическую подготовку к деятельности (рисунок 1).

Это требует от педагога поиска новых, эффективных методов преподавания, с целью повышения познавательной активности студентов, наполнения процесса обучения личностным смыслом. Сведение обучения к определенному объему усвоения знаний и навыков снижает ценность познавательных процессов и не дает возможности в полной мере реализовать его влияние на личность.

Рисунок 1 – Структура компетентности педагога, применяющего современные технологии в образовательном процессе

Работа педагога по использованию ИКТ будет направлена на то, чтобы довести компьютерные знания большинства учащихся до среднего уровня. Сейчас трудно представить себе систему обучения без компьютера. Компьютеризация учебного процесса улучшила наглядность учебных материалов, способствовала активизации учебной деятельности учащихся, повысила мотивацию к получению знаний и в целом расширила возможности для всех участников образования.

Основное направление использования компьютера связано с организацией и методическим обеспечением обучения (визуализация материалов, средство самообразования). Как правило, студенты, проявляющие больший интерес к ИКТ, достигают высокого уровня компьютерной грамотности и эффективно участвуют в конференциях, соревнованиях и Олимпийских играх.

Эффективное внедрение информационно-коммуникационных технологий в образовательную среду включает в себя не только использование компьютерных программ преподавателями на разных этапах образовательной деятельности, но и использование различных форм компьютерных программ на занятиях, в дополнительном образовании, внеклассной работе, дистанционном обучении и телекоммуникационном образовании. Методика использования учителями ИКТ в образовательной деятельности развита недостаточно, а доля учителей, участвующих в педагогических конкурсах, фестивалях и онлайн-конференциях на региональном, национальном и международном уровнях, очень мала, что свидетельствует о недостаточном внедрении ИКТ в образовательное пространство образовательных учреждений. Здесь для руководства преподавателями и подразделениями был открыт широкий спектр направлений деятельности. Для этого намечен ряд мероприятий:

1) создание проблемной группы преподавателей по изучению, апробации и внедрению в образовательную деятельность новых образовательных технологий;

2) создание электронного портфолио педагогов;

3) проведение семинаров по применению современных образовательных технологий;

4) повышение квалификации 25 % педагогов каждый учебный год по вопросам внедрения информационно-коммуникативных технологий в образовательную деятельность;

5) выход педагогов за рамки образовательных программ - участие в творческих конкурсах, Интернет-проектах, форумах;

6) поиск спонсоров для приобретения мультимедийного оборудования для кабинетов.

Изучив особенности использования современных образовательных технологий в образовательных учреждениях, мы пришли к следующим выводам:

Образовательные технологии обеспечивают принципы и процедуры интенсивного партнерства с субъектами образовательного процесса.

Значение технологии обучения сводится к следующему: цель - средства - результат. Его цель - ответить на вопрос о том, как организовать учебный процесс для достижения поставленных целей. На техническом уровне успех коллективной деятельности управляется и контролируется.

Современные образовательные технологии в области профессионального образования позволили нам вывести качество образования на новый уровень. Они основаны на роли современных информационных технологий. В этом случае главной задачей преподавателей является содействие самостоятельности учащихся.

Технология в области образования включает в себя ряд взаимосвязанных действий и шагов для планирования результатов обучения, диагностики состояния обучения и оптимизации условий обучения.

Таким образом, технология обучения является образовательной деятельностью более высокого уровня, и ее неудача указывает на существующие проблемы в обучении и препятствует повышению качества образования. Если не будет решена проблема соответствия уровня подготовки учителя требованиям педагогической практики, то невозможно успешно перейти к технологии преподавания.

Технология обучения характеризуется разработкой действий, направленных на достижение результатов. Технология включает в себя нечто большее, чем просто набор технологий и методов. Это набор структурированных операций, и проблема может быть решена только в единстве. Если учителя не в состоянии грамотно разобраться в этой технологии, то образование и образовательный процесс организованы не на полном техническом уровне, а представлены лишь рядом методов и приемов, которыми владеют учителя. В связи с этим в условиях перехода на новые образовательные технологии требования к уровню подготовки современных учителей имеют совершенно новое содержание. В дополнение к функциональным и предметным обязанностям учителя должны уметь внедрять новые образовательные технологии на практике.

Таким образом, можно отметить, сто современные технологии способствуют повышению качества обучения в том случае, если они влияют не только на внешнюю, но и внутреннюю мотивацию. С постоянными изменениями и преобразованиями в политике образования, возникает потребность в изучении и применении современных образовательных технологий и методик. Введение данных технологий позволяет установить тесное сотрудничество с обучающимися, повышает мотивацию к учению, развивает практически все учебные универсальные действия, повышает качество образования.

Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон № 273-ФЗ (редакция от 31.07.2020) [принят Государственной думой 21 декабря 2012 года: одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 года]. – Москва: Кремль, 2012.

2. Борисова, Н. В. Образовательные технологии как объект педагогического выбора в условиях реализации компетентностного подхода: учеб.-метод. комплекс. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – С. 22–26.

3. Зайцева, Н. Н. Современные образовательные технологии как инструмент управления качеством образования / Н.Н. Зайцева // Современные образовательные технологии и педагогические инновации как инструмент управления качеством образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции (28 ноябрь 2018 г). – Волгоград: «Волгоградский строительный техникум». 2018. – 494 с.

4. Красовская, Л. В. Использование информационных технологий в образовании / Л.В. Красовская, Т.И. Исабекова // Научный результат. Педагогика и психология образования. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 29–36.

5. Кругликов, В. Н. Интерактивные образовательные технологии: учебник и практикум для вузов / В. Н. Кругликов, М. В. Оленникова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 353 с.

6. Лепешкина, А. Б. Роль педагогических технологий в личностно ориентированной подготовке студентов колледжа / А. Б. Лепешкина // Инновации в образовании. – 2017. – № 2. – С. 25–32

7. Образовательный процесс в профессиональном образовании: учебное пособие для вузов / В. И. Блинов [и др.]. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 314 с.

УДК 608

ПОНЯТИЕ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Бакашева Р.М.,* с*тудент
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: brm-20@mail.ru

Магомадова З.С., *старший преподаватель*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: mzs-70@mail.ru

Аннотация. *В статье изложены теоретические основы сетевого взаимодействия, как образовательных организаций в целом, так и межвузовское взаимодействие, также дано определение понятию Электронный портал. Проведен анализ методов организации сетевого взаимодействия.*

Ключевые слова: *портал, сетевое взаимодействие, информационные технологии, образование.*

THE CONCEPT OF NETWORK INTERACTION OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Bakasheva R.M., *student*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: brm-20@mail.ru

Magomadova Z.S., *Senior lecturer*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: mzs-70@mail.ru

Annotation. *The article outlines the theoretical foundations of network interaction, both educational organizations in general and interuniversity interaction, and also defines the concept of an electronic portal. The analysis of methods of organization of network interaction is carried out.*
Keywords: *portal, networking, information technology, education.*

Развитие информационных технологий, привносит изменения во все сферы жизни общества, исключением не является и сфера образования, более того использование информационных технологий в образовательном процессе, на всех его ступенях диктуется федеральными законами что наталкивает ученых на разработку различных информационных систем и технологий для обеспечения образовательного процесса.

Наравне с активным внедрением в сферу образования информационных технологий, также происходит внедрение практики сетевого взаимодействия между образовательными организациями. Существует немало примеров сетевого взаимодействия образовательных организаций, таких как: школа – СУЗ, школа – ВУЗ, а также взаимодействие ВУЗов. В качестве платформы для организации сетевого взаимодействия можно рассматривать электронные порталы, которые с каждым годом приобретают все большую популярность в качестве площадки для взаимодействия людей имеющих общие интересы. Как уже было отмечено ранее, сетевое взаимодействие вузов открывает новые возможности, образуя систему, каждый элемент которой вносит свой вклад в ее развитие, что приводит к динамичному развитию и достижению поставленных целей. Исходя, из этого можно обосновать актуальность темы выпускной квалификационной работы «Разработка и развитие электронного портала педагогических вузов СКФО как информационно-методическая поддержка сетевого взаимодействия».

Актуальность создания электронного портала для педагогических вузов обусловлена необходимостью создания такого сетевого пространства, которое учитывая специфику региона, позволит, педагогическим вузам не смотря, на их удаленность друг от друга, взаимодействовать, оказывать методическую поддержку, делиться опытом, а также проводить совместные мероприятия [1].

Сетевое взаимодействие образовательных организаций началось еще в конце прошлого столетия, наиболее ярким примером организации такого взаимодействия является образовательная сеть «Эврика». «Эврика» прошла путь от клуба творческой педагогики («Учительская газета»,1986 г.) до создания информационного портала (2001г.) для организации взаимодействия авторов образовательных программ, учеников и тьюторов. Сам автор образовательной сети «Эврика» А. И. Адамский определяет как совокупность субъектов образовательной деятельности, предоставляющих друг другу собственные образовательные ресурсы с целью повышения результативности и качества образования друг друга. В центре организации процесса сетевого взаимодействия стоит персона и событие. Причем событие инициируется персонами (кем-то конкретно или коллективом), заявляющими таким образом об актуальной потребности в решении этой задачи.

Рис 1.1 Главная страница портала Эврика

Концепция всестороннего партнерства, реализующая сотрудничество не обошла стороной и государственную политику в сфере образования. Федеральный закон об образовании определяет сетевое взаимодействие как систему горизонтальных и вертикальных связей, обеспечивающих доступность качественного образования для всех категорий граждан, вариативность образования, открытость образовательных организаций, повышение профессиональной компетентности педагогов и использование современных ИКТ-технологий [2].

Организация сетевого взаимодействия в образовании, в контексте взаимодействия ВУЗов позволяет выполнять такие функции как:

- распределять ресурсы при общей задаче деятельности;
- опираться на инициативу каждого конкретного участника;
- осуществлять прямой контакт участников друг с другом;
- выстраивать многообразные возможные пути движения при общности внешней цели;
- использовать общий ресурс сети для нужд каждого конкретного участника.

Сейчас все больше ученых занимаются изучением вопросов связанных с сетевым взаимодействием, за последние годы было написано и опубликовано достаточно большое количество научных работ по данной тематике. Каждый автор по-своему определяет и характеризует аспекты сетевого взаимодействия, делая акцент на то, что его развитие является актуальным и перспективным направлением. Также изучаются различные направления сетевого взаимодействия и модели его реализации, то есть происходит поиск наиболее эффективной формы его реализации с целью повышения качества жизни граждан и оптимизации существующих механизмов взаимодействия.

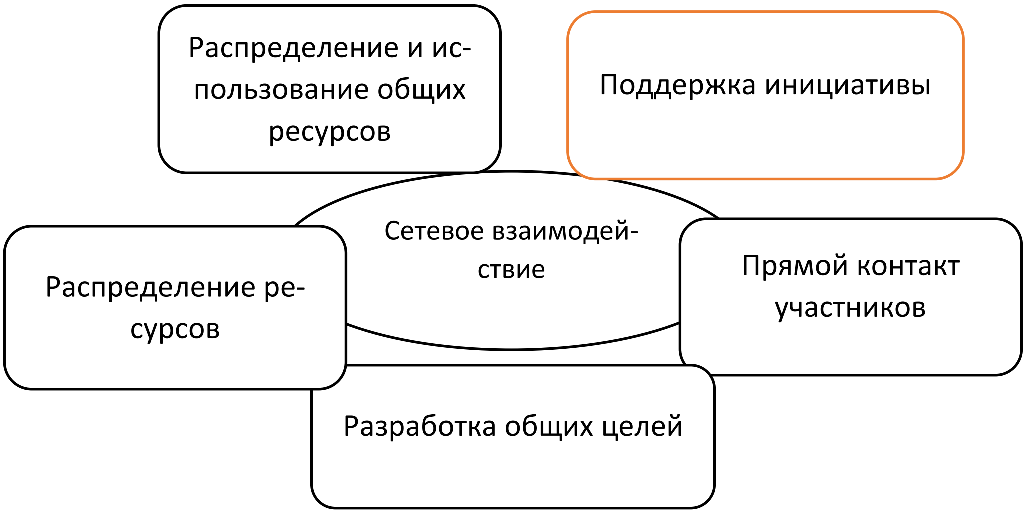


Рис. 1.2 Функции сетевого взаимодействия

Кроме того, актуальны и работы по педагогике, в которых анализируется значимость новых подходов к развитию систем образования для успешного развития производственного и экономического сектора российского государства. Исходя из этого, можно сделать вывод, что сетевое взаимодействие это система связей, которые появляются в результате взаимодействии различных субъектов целью решающие определенные задачи. Одним из основных принципов реализации сетевого сотрудничества является развитие сети горизонтальных и вертикальных связей, обеспечивающей распределение ресурсов внутри сети и согласованность действий между всеми участниками сотрудничества для достижения общих целей [3].

Таким образом, становится очевидным, что общество реагирует на глобальные процессы, адаптируя свои социальные институты под современные стандарты реализации сотрудничества. Научно-образовательные центры России, интегрируясь в мировое пространство, вынуждены приспосабливаться к международным требованиям, повышая качество оказываемых образовательных услуг. Как следствие, повсеместно происходит апробация и внедрение нового формата международного сотрудничества в форме сетевого взаимодействия. В настоящее время многие исследователи сходятся во мнении, что сетевая форма международного сотрудничества является одним из самых эффективных видов организации взаимодействия [4]. Сетевое сотрудничество в академической сфере подразумевает интеграцию партнерских связей среди различных участников, задействованных в отношениях в области образования.

Взаимодействие различных типов организаций, как образовательных, так и иных направленностей строится на вертикальных и горизонтальных линиях связи. Вертикальные линии связи организовывают взаимодействие различных уровней образования, то есть строятся такие типы взаимодействия как: школа-ВУЗ, СПО - ВУЗ, ВУЗ-СПО и т.д. Делая акцент на взаимодействие в педагогическом образовании, стоит отметить что здесь используется лишь минимальный уровень вертикальной интеграции образовательной деятельности: семинары, круглые столы, конференции, дискуссии и встречи по обмену опытом и проблемным вопросам, дни партнерского взаимодействия и др.

Что касается горизонтального взаимодействия, то оно представляет собой средство для обеспечения коммуникации между однотипными образовательными учреждениями, то есть именно этот тип характеризует сетевое взаимодействие ВУЗов и является актуальным для данной диссертационной работы.

Сетевое взаимодействие может, осуществляется между вузами одной страны, а так же за ее пределами. Перечислим наиболее яркие примеры взаимодействия, как из Российской практики, так и из зарубежной:

- Сетевой университет Содружеств Независимых Государств;
- Ассоциация классических университетов России;
- Ассоциация американских университетов;
- Лига плюща;
- Лига европейских исследовательских университетов;
- Ассоциация университетов российского Дальнего Востока;
- Ассоциация азиатских университетов.

Международное сетевое взаимодействие вузов может быть реализовано посредством разно образных универсальных механизмов совместные образовательные программы различных уровней академическая мобильность преподавателей исследователей и обучающихся дистанционное обучение международная аккредитация независимая оценка качества образования функционирование зарубежных филиалов и представительских центров совместные программы рекрутинга иностранных абитуриентов международные образовательные выставки форумы и т.д.[4]

Можно выделить несколько положительных моментов при организации сетевого взаимодействия.

1. Использование сетевого взаимодействия для инновационного развития ОУ позволяет преодолеть ограниченность взаимодействия личными связями, отдельными проблемными вопросами педагогической практики и приводит к появлению новых форм взаимодействия, созданию проектных групп и ресурсного центра (головного учреждения) образовательной сети.

2. Возможности сетевого взаимодействия позволяют развивать технологии проектирования. Совместное проектирование на основе сетевого взаимодействия расширяет масштаб инновационной деятельности педагогов. Новая позиция педагога как соразработчика позволяет ему увидеть значимость инновационной деятельности, что оказывает влияние на вовлеченность в инновационную деятельность большего количества педагогов и руководителей.

4. При сетевом взаимодействии выстраивается новая форма совместной организации повышения квалификации, которая строится вокруг предмета коллективных разработок.

5. Создание сети образовательных учреждений при реализации инновационных проектов предполагает и создание эффективных коммуникаций в сети, единой информационной системы для инновационного развития образовательных учреждений.

6. Управление сетевым взаимодействием требует создания ресурсного центра, который организует сопровождение и поддержку сетевого взаимодействия. Ресурсный центр создаётся на базе образовательного учреждения и не является структурным подразделением данного учреждения. Руководит работой «сетевого сообщества» научный руководитель, также в сети могут быть распределены следующие функции: менеджер образовательного проекта, тьютор, тренеры, эксперты, модератор, аналитик, методист, методолог, редактор сайта и веб-мастер.

7. Использование сетевого взаимодействия позволяет преодолеть локальность инновационных процессов, расширить масштаб внедрения инновации, повысить инновационный потенциал разработок, выйти на более высокий уровень, в том числе и федеральный.

Список литературы

1. Зборовский Г. Е. Сетевое взаимодействие вузов в Уральском федеральном округе / Г. Е. Зборовский, О. В. Власова // Известия Уральского федерального университета. Сер. 1, Проблемы образования, науки и культуры. — 2017. — Т. 23, № 2 (162). — С. 130-140. http://hdl.handle.net/10995/48924

2. Кондракова Ирина Эдуардовна Сетевое взаимодействие: механизмы реализации образовательной политики // Universum: Вестник Герценовского университета. 2013. №3.

3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/setevoe-vzaimodeystvie-mehanizmy-realizatsii-obrazovatelnoy-politiki (дата обращения: 20.10.2018).

4. КиберЛенинка: https://cyberleninka.ru/article/n/setevoe-vzaimodeystvie-mehanizmy-realizatsii-obrazovatelnoy-politiki

5. Сетевое взаимодействие для студентов инженерных вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Зиятдинова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 116 c. — 978-5-7882-1829-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63989.html

6. Сетевое взаимодействие вузов в трансграничном пространстве Евразийского экономического союза и Китая (2010–2016 гг.): опыт Алтайского государственного университета и Ассоциации азиатских университетов С.В. Землюков, Р.И. Райкин, А.Ю. Резинкин, С.В. Глушанина.

УДК 004.4'22

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

Белоусова Е.Е.
Технический колледж федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Россия, г. Тамбов, e-mail: katya78947@bk.ru

Аннотация. *С развитием информационных технологий совершенствуются все сферы жизни человека. Сфера образования не является исключением. Целью работы является сбор материала о создании электронного учебника. Отсутствие единой классификации программного обеспечения, направленного на конструирование электронных учебников, приводит к трудностям при выборе из большого разнообразия инструментов разработки. Выбор также зависит от сферы применения создаваемого электронного пособия. В результате, каждому автору необходимо самостоятельно изучать интерфейс и функционал предполагаемых средств разработки, что увеличивает потраченное время. При создании электронного учебника конечный результат напрямую зависит от выбранного способа разработки и программного средства. Разнообразие существующих электронных изданий и методов их разработки поднимает проблему выбора наиболее оптимального решения поставленной задачи. Одна из задач исследования – это изучение тенденций в разработке современных электронных пособий. В статье рассмотрены современные технологии и программные средства разработки электронных учебников, их достоинства и недостатки. Среди них такие средства как eBooksWriter, eBook Maestro, TurboSite, Flash MX, 3D Studio MAX, Moodle, iSpring. С практической точки зрения проведенное исследование дает возможность сделать правильный выбор программного средства и создать грамотный электронный учебник.*

Ключевые слова: *информационные технологии, образование, электронный учебник, цифровизация, интерактивность, автоматизация.*

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MODERN ELECTRONIC TEACHING AIDS

Belousova E.E. *Technical College of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tambov State Technical University", Russia, Tambov, e-mail: katya78947@bk.ru*

Annotation. *With the development of information technologies, all spheres of human life are being improved. The field of education is no exception. The purpose* *of the work is to collect material on the creation of an electronic textbook. The lack of a unified classification of software aimed at designing electronic textbooks leads to difficulties in choosing from a wide variety of development tools. The choice also depends on the scope of the electronic manual being created. As a result, each author needs to independently study the interface and functionality of the proposed development tools, which increases the time spent. When creating an electronic textbook, the final result directly depends on the chosen method of development and software. The variety of existing electronic publications and methods of their development raises the problem of choosing the most optimal solution to the task. One of the objectives of the research is to study trends in the development of modern electronic manuals. The article discusses modern technologies and software tools for the development of electronic textbooks, their advantages and disadvantages. Among them are such tools as EBooksWriter, eBook Maestro, TurboSite, Flash MX, 3D Studio MAX, Moodle, iSpring. From a practical point of view, the conducted research makes it possible to make the right choice of software and create a competent electronic textbook.*

Keywords: *information technology, education, electronic textbook, digitalization, interactivity, automation.*

В эпоху цифровизации информационные технологии проникают во все сферы жизни человека, в том числе совершенствуется система образования. В образовательном процессе информационные технологии позволяют использовать инновационные средства обучения, которые делают этот процесс более увлекательным, живым и эффективным. Но в то же время требуют ответственного подхода к их разработке.

Одной из актуальных задач является обеспечение современного материально-технического оснащения учебного процесса. Компьютер и другие электронные устройства значительно расширяют возможности представления различной информации.

В настоящее время происходит активное внедрение электронных учебников в образовательный процесс. Электронный учебник (ЭУ) – это программное средство, которое обеспечивает доступ к образовательному контенту в нужное время с помощью приложения для компьютеров и гаджетов. Выполняет такие функции как демонстрация нового материала, тренировки в применении изученного материала и контроль (тестирование), самообучение и самоконтроль (индивидуальные задания), систематизация усвоенных знаний [1].

К тому же, можно выделить ряд преимуществ использования электронного учебника, а не традиционного печатного издания. Наиболее значимое – регулярное обновление и большое количество дополнительных мультимедийных ресурсов (иллюстраций, схем, аудио- и видеоматериалов, интерактивных заданий). Это необходимо для повышения наглядности изложения, создания большей вовлеченности, закрепления знаний учащихся и повышения уровня образовательного результата. В то же время происходит замена тяжёлого рюкзака на компактное устройство, появляется возможность более детально познакомиться с опытами и практическими работами, которые нельзя провести на занятии и закрепить свои знания.

Отличительные характеристики электронного учебника, позволяющие повысить качество обучения: наглядность, мультимедийность, интерактивность, наличие системы поиска информации в учебнике, возможность самоконтроля знаний и навыков.

Существуют различные интернет-ресурсы, на которых можно найти уже готовые ЭУ и получить доступ к ним. Из примеров можно привести платформу Lecta. Lecta – это платформа, на которой представлен большой выбор учебников по различным предметам. Приобретенные лицензионные учебники имеют множество положительных отзывов, в которых учителя делятся о том, как учебник внес в учебный процесс новые краски, тем самым заинтересовав учеников. Кроме платных учебников, подобные платформы содержат бесплатную литературу, а также интерактивные карты, атласы, онлайн-тренажёры и аудио приложения.

Изначально электронный учебник представлял собой электронную копия бумажного с дополнениями, не уместившиеся в бумажной версии, так как её масса ограничена законом. В последствии появился целый развёрнутый интерактивный программный комплекс, повышающий рост интереса к изучаемому предмету.

Подготовка материала для электронного учебника включает в себя несколько этапов, начиная выбором источников и заканчивая визуализацией материала. Электронный учебник должен содержать структурированный учебный материал, предоставляемый в виде интерактивных кадров, содержащих как текст, так и мультимедийные приложения. Гипертекстовая структура помогает определить индивидуальную траекторию изучения материала, удобный темп работы и способ изложения материала, с учетом особенностей его восприятия обучающимся. Специфику электронного учебника определяют нелинейная организация учебного материала, многослойность и интерактивность каждого кадра, а также возможность протоколирования информации о выборе учащимся траектории обучения [3].

Целью исследования является изучение тенденций в разработке современных электронных учебных пособий, а именно технологий и средств разработки. В статье будут рассмотрены этапы разработки электронных учебников и приведен обзор программных средств их разработки.

Технология разработки электронного учебника включает несколько этапов:

– этап анализа проблемы (создается методическая концепция и облик электронного учебника);

– этап планирования (определяются содержательная направленность ЭУ, форма презентации учебного материала, его основные функции и характеристики, вырабатываются принципиальные дидактические и программно-технические решения);

– этап проектирования (определяется его архитектура и компонентный состав, детализируется содержание, описывается схема контроля знаний, создаются элементы и шаблоны средств обратной связи, эскизы интерфейса и навигации);

– этап реализации (содержательное наполнение каждого компонента электронного учебника, разработка учебника в инструментальной среде и отладка программных компонентов);

– этап апробации и оценивания (экспериментальное обучение с его использованием, корректировка содержания электронного учебника по результатам апробации, формирование методического пособия для пользователя) [2].

На сегодняшний день существует множество программных средств для создания электронных учебников, которые условно делятся на четыре категории [4].

К первой категории относятся средства мультимедиа, позволяющие объединять текст, звук, неподвижные и движущиеся изображения в интерактивный продукт. В основном они предназначены для разработки электронных книг в узконаправленных форматах. К достоинствам электронных учебников, созданных с помощью средств мультимедиа, можно отнести использование всех способов восприятия материала (в графическом, текстовом, звуковом виде) и возможность просмотра материала в режиме «слайд-шоу». К недостаткам: большой вес электронного учебника на носителе, не всегда эффективное обучение из-за линейной структуры представления материала.

Во вторую категорию входят гипертекстовые и гипермедиа средства, в которых преобладает способ нелинейной подачи текстового материала. Слова, имеющие привязку к каким-либо текстовым фрагментам, позволяют пользователю отклониться от линейного описания и перейти по ссылке к другой информации. Например, это может быть подсказка в виде правила или определение нового термина. В качестве гипермедиа фрагментов могут выступать изображения, графики, видеофрагменты, звук. Существует множество различных гипертекстовых форматов таких как HTML, DHTML, PHP. Данные программы скупы в плане функциональных возможностей, но имеют дешевые или даже бесплатные варианты и не требуют большого количества времени на освоение.

Достоинствами являются интеграция с web-технологиями, возможность простого корректирования и публикации электронного учебника в сети Интернет, наличие алгоритмов сжатия информации, а значит и уменьшение веса ЭУ. Из недостатков выделяются отсутствие единого стандарта представления учебного материала и зависимость отображения учебного материала от конкретного браузера.

К третьей категории средств создания ЭУ относят языки и визуальные среды программирования, такие как Visual Studio и C#. Недостатками полученных электронных учебников являются сложность модификации и управления изменениями программного продукта, трудоемкость разработки. Среди достоинств выделяют разнообразие стилей интерфейса и структуры

ЭУ, отсутствие программно-аппаратных ограничений. Поэтому данные средства используются для написания отдельных модулей учебников с элементами интерактивности.

Четверная категория – это электронные редакторы, специальные программные средства создания электронных учебников. Имеют следующие достоинства: не требуют знания языков программирования, предоставляют широкий функционал для редактирования текста и других объектов, шаблоны, позволяющие оригинально оформлять электронный учебник с помощью навигационных элементов и графики, встроенные контролирующие и тренажерные системы. Однако у электронных редакторов достаточно высокая стоимость и для их освоения необходимо много времени и основа компьютерных навыков. Также существуют ограничения возможностей для создания вариативной части ЭУ.

Рассмотрим несколько средств для создания электронных учебников с описанием достоинств и недостатков, необходимых для выбора средства разработки собственного ЭУ [5].

eBooksWriter имеет простой визуальный редактор с достаточным функционалом, подходящий для работы начинающего и продвинутого пользователя. Чтобы не создавать учебник с нуля можно импортировать готовые книги в формате *.doc или *.rtf., также ЭУ может содержать таблицы, аудио- и видеофайлы. К достоинствам отнести то, что ЭУ представляет собой самораспаковывающийся файл небольшого размера, возможность защиты паролем отдельных частей или всего учебника целиком, а также защиту от копирования или печати, сохранение ЭУ в форматах *.exe или *.aen, наличие подключаемых модулей. Недостатком является ограничение размера в бесплатной версии.

eBook Maestro позволяет использовать файлы различных типов, таких как HTML страницы, VB и Java скрипты, звуковые, графические и видео файлы для создания электронных журналов, пособий, курсов и опросников. С помощью eBook Maestro можно вставлять в ЭУ ссылки на ресурсы, размещенные в Интернете, создавать иконки, кнопки поиска и формы обратной связи. Все файлы книги жестко структурированы и хранятся в разных директориях. Явными достоинствами являются: поддержка HTML, преобразование текста в речь, обработка и хранение данных пользователя. Недостаток – ограниченное число файлов для одной книги в бесплатной версии.

TurboSite инструмент для превращения материалов учебника в формат html страниц. В результате электронный учебник будет обладать такими же возможностями, как и HTML-сайт (поддержка комментариев, формы обратной связи, вставка JavaScript-тестов). Достоинства: программа не требует знания языков программирования и предлагает множество готовых шаблонов, которые можно адаптировать, быстрый результат и возможность редактирования в процессе работы. Недостатки: возможное некорректное отображение ЭУ в разных браузерах, в структуре ЭУ все разделы одноуровневые.

Flash MX – система для создания векторной анимации с развитыми возможностями программирования. Так как формат Flash является стандартом и поддерживается всеми распространенными браузерами, он используется также для интерактивных приложений и в качестве пользовательского интерфейса для сложных веб-ориентированных систем.

3D Studio MAX – программа трехмерного моделирования и искусства анимации для создания визуальных эффектов. Позволяет смоделировать многое путем использования разнообразных базовых объектов. После построения геометрических объектов и должного их размещения к ним можно применять “материалы”, накладывать на геометрию текстуры.

Объединение программ 3D Studio MAX и Flash MX дает возможность создать обучающие программы, обеспечивающие внедрение новых технологий, которые соответствуют мировым стандартам в области информатизации. Однако требует привлечения опытных программистов и дизайнеров.

Moodle – открытое веб-приложение, на основе которого создаются специализированные платформы дистанционного обучения. Предоставляют большие возможности и расширяют функционал системы плагины – модули, помогающие изменить дизайн и шаблоны структуры ЭУ. Плагины разрабатываются участниками сообщества Moodle и находятся в открытом доступе.

Moodle соответствует всем требованиям eLearning инфраструктуры, обеспечивающей базовые и дополнительные сервисы такие как:

– аутентификация и авторизация пользователей;
– распределение полномочий;
– площадка для выкладки материалов, поддерживающая специфические виды контента;
– коммуникация между пользователями;
– анализ и хранение результатов обучения;
– взаимодействие с мобильными клиентами.

Платформа iSpring Learn выполняет все задачи Moodle, однако значительно проще в администрировании. В iSpring Learn не нужно устанавливать систему и плагины, все уже готово к работе. Чтобы начать обучение, необходимо создать аккаунт, загрузить материалы и назначить учащимся. В Moodle учебные программы собираются из готовых видео и презентаций, iSpring позволяет создавать электронные курсы, интерактивные статьи, тренажеры, тесты и монтировать видеолекции на самой платформе. Также все записи с вебинаров сохраняются в HD-формате. Результаты тестирования, прогресс по курсам и учебным программам выводятся на одной странице, что дает возможность оценивать уровень подготовки каждого ученика в реальном времени.

При выборе средств разработки электронных учебников обязательно необходимо наличие аппаратных средств определенной конфигурации, сертифицированных программных систем и специалистов требуемого уровня. Помимо этого, должно учитываться назначение разрабатываемого ЭУ, ограничение на объем памяти, необходимость возможности модификации дополнения новыми данными и другие требования.

Одним из нежелательных последствий выбора неподходящего программного средства может стать потеря качества предлагаемого материала. Оптимальным решением данной проблемы является создание единой базы классифицированных программных средств по конструированию электронных изданий, с кратким описанием возможностей и указанием сфер применения.

Для автоматизации разработки ЭУ необходимо специализированное средство проектирования обучающих программных систем. Примером является комплекс EduCAD [2]. В его состав входят такие автоматизированные системы как:

– EduCAD Textbook (разработка гипертекстовых ЭУ);

– EduCAD Control (контроля знаний: EduCAD Tests и EduCAD Programs – создание пакетов тестирования и проверки программ учащихся);

– EduCAD Presentation (создание презентаций и мультимедийных лекций);

– EduCAD Practice (шаблон для создания практикума по математическим предметам).

Подводя итог, делаем вывод, что в настоящее время существует множество вариантов создания ЭУ, в том числе большое количество программных средств разработки. Поэтому к этому необходимо относится ответственно, заранее проанализировав задачи для ЭУ и требования, которым он должен соответствовать. В том числе определиться, нужен ли чистый код программы, для свободной модификации структуры ЭУ или сгодится конструктор ЭУ, не требующий профессиональных навыков программистов.

Практическое использование электронного учебника в образовательном процессе имеет ряд преимуществ: повышение информативной емкости учебного материала, облегчение понимания материала за счет компьютерной визуализации, ускорение темпа учебных действий, осуществление тренировки и самотестирования в процессе усвоения материала и самоподготовки.

Список литературы

1. Коблова, Д.В. Электронный учебник как инновационное средство в образовательном процессе/Д. В. Коблова, С. А. Косарева// Актуальные задачи педагогики (II): материалы междунар. заоч. науч. конф. – Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. – 146-147 с.

2. Овчинникова, К. Р. Дидактическое проектирование электронного учебника в высшей школе: теория и практика: учебное пособие / К. Р. Овчинникова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 148 с.

3. Алексеев Г. В. Основы разработки электронных учебных изданий: учебно-методическое пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, Е. И. Верболоз, М. И. Дмитриченко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 144 с.

4. Писаренко, Е.А. Практические аспекты разработки электронных учебников/Е. А. Писаренко//Университетские чтения - 2016 Материалы научно-методических чтений ПГЛУ, 2016. – 45-52 с.

5. Струнина, Н.В. Обзор программ для создания электронных учебников/Н. В. Струнина// Вестник Курганского государственного университета. [Электронный ресурс], 2018.

УДК 378.2

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

***Везиров Т.Г.**, доктор педагогических наук, профессор,*
Дагестанский государственный педагогический университет, г. Махачкала
e-mail: timur.60@mail.ru

***Федяева Т.В**, кандидат педагогических наук, доцент,*
Орловский государственный университет, г. Орел
e-mail: fedyaevatv-orel@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается лично-ориентированный подход в подготовке специалистов с использованием цифровых технологий. Рассматривается опыт подготовки специалистов-магистров в ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет» и в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», где важное место занимают возможности образовательной платформы «Юрайт» и гибридные курсы, позволяющие эффективно применять личностно-ориентированный подход в обучении конкретным дисциплинам. Предлагается возможности цифровых технологий при реализации личностно-ориентированного подхода в системе подготовки магистров педагогического образования, в частности, применения авторского гибридного курса «Цифровая образовательная среда» и онлайн-курса «Цифровые инструменты и сервисы для учителя» на образовательной платформе Stepik.*

***Ключевые слова**: личностно-ориентированный подход, подготовка специалиста, цифровые технологии, онлайн-курс, гибридное обучение, образовательная платформа.*

IMPLEMENTATION OF A PERSONALLY-ORIENTED APPROACH IN TRAINING SPECIALISTS USING DIGITAL TECHNOLOGIES

***Vezirov T.G.,** Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,*
Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, e-mail: timur.60@mail.ru

Fedyaeva T.V., *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Oryol State University, Orel, e-mail: fedyaevatv-orel@mail.ru*

Annotation. *The article discusses a personally-oriented approach to training specialists using digital technologies. The experience of training specialists-masters in the FSBEI HE "Dagestan State Pedagogical University" and at the FSBEI HE "Oryol State University named after I.S. Turgenev ", where an important place is occupied by the capabilities of the educational platform" Yurayt "and hybrid courses that allow you to effectively apply a student-centered approach in teaching specific disciplines. The possibilities of digital technologies are proposed for the implementation of a personality-oriented approach in the system of training masters of teacher education, in particular, the use of the author's hybrid course "Digital educational environment" and the online course "Digital tools and services for teachers" on the educational platform Stepik.*

Keywords: *student-centered approach, specialist training, digital technologies, online course, hybrid learning, educational platform.*

Введение. Личностно-ориентированный подход в современном образовании направлен на развитие у будущих специалистов способности к самореализации, построению индивидуальных траекторий обучения, а также на формирование самоконтроля и критического мышления.

По мнению многих исследователей (Е.С. Гаврилюк, А.Г. Изотова, М.Ю. Шерешева и др.), образование является одной из сфер, оказывающее в состоянии достаточно быстро осуществить «цифровой прорыв». Однако, цифровая трансформация образования не сводится к овладению техническими приемами работы онлайн.

В нынешних условиях цифровой трансформации образования главной задачей является создание условий для достижения нового качества образования, а также каждый педагог должен быть способен мыслить и работать по-новому, искать инновационные подходы для повышения эффективности и качества обучения.

Авторы статьи [3] Т.Г. Везиров, Т.В. Федяева и А.П. Александрова рассматривают личностно-ориентированный подход в обучении студентов бакалавриата и магистратуры через призму цифровой образовательной среды, а также выделяют способы развития цифровых компетенций современного специалиста.

Модернизация современных форм обучения в условиях цифровой трансформации происходит очень быстро, где важное место занимают информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) как широкий спектр цифровых технологий, которые используются для создания, распространения и оказания услуг.

В условиях цифрового обучения некоторые аспекты профессиональной подготовки педагогов рассматриваются в исследованиях Г.А. Баклановой [1], М.Е. Вайндорф-Сысоевой [2], Е.В. Филимоновой [8] и др.

Об актуальности рассматриваемого исследования свидетельствует Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», указ Президента РФ «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы», Национальный проект «Образование». В этих документах рассматриваются направления создания современной безопасной цифровой среды.

Целью исследования является выявления возможностей цифровых технологий в реализации личностно-ориентированного подхода к подготовке специалистов.

Методика и организация исследования. В условиях цифровой трансформации образования успешное обучение современных студентов-будущих специалистов невозможно без использования личностно-ориентированного подхода, который эффективно можно реализовать при гибридном обучении, где система обучения должна начать настраиваться под запросы каждого обучающегося в индивидуальном порядке. В таком процессе обеспечивается каждому студенту возможность самореализации, то есть реализуется принцип студентоориентированности и индивидуализации программы обучения. Об опыте работы с цифровой платформой Университет 20.35 для реализации гибридного обучения как решение проблемы равной доступности к образованию рассматривается в статье [10] Н. Янькиной

Некоторые положительные аспекты гибридного обучения, как условие личностно-ориентированного подхода нами применяются в учебном процессе магистратуры при подготовке магистров по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование», профиль «Информационные и коммуникационные технологии в образовании» при ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет».

В условиях непрерывной цифровой трансформации образовательной среды, формирование и оценка компетенций студентов является сложной, комплексной задачей. Ее решение, по мнению Г.И. Шевченко и др. требует интеграции усилий всех участников образовательного процесса [9].

Технология дополненной реальности как одна из основных сквозных цифровых технологий, совмещающая цифровую обработку изображений, искусственный интеллект, мультимедийные технологии, отражена в Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» от 28 июля 2017 года [7].

Данную технологию студенты магистратуры изучают при изучении дисциплины «Виртуальная и дополненная реальности», входящая в блок Б1.О.03 «Предметная часть» учебного плана по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование».

В статье [6] Ю.А. Лямин и Е.В. Романова рассматривают существующие организационные приемы взаимодействия преподавателя и студента с использованием облачных технологий, а также даны предложения по необходимым облачным сервисам организации дистанционного обучения.

Как отмечают А.А. Кравцов и В.И. Лойко, современное образование с применением цифровых технологий позволяет моделировать явления и процессы, а также представляет явную картину связи теории с практикой [5].

В связи с пандемией в системе подготовки специалиста в ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный педагогический университет» и в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева» в условиях цифровой трансформации образования актуальной становится процесс применения дистанционных образовательных технологий в учебном процессе, в частности, системы дистанционного обучения Moodle и «СКИФ», онлайн-платформы Zoom, MS Teams.

Результаты исследования и их обсуждение.

При личностно-ориентированном подходе в условиях цифровой трансформации образования не должны свести только к овладению техническими приемами работы онлайн, а необходимо учитывать преимущества традиционной среды обучения, где осуществляется личный контакт в аудитории с усилением этих преимуществ за счет цифровых технологий, среди которых важное место занимают цифровые инструменты и сервисы. Включение цифровых инструментов и сервисов в учебный процесс можно добиться более высокой вовлеченности будущих специалистов на изучение дисциплины.

Нами в учебном процессе магистратуры применяются сервисы и продукты Университета 20.35, которые позволяют организовать его в гибридном формате, сочетая офлан- и онлайн-активности. К таким сервисам относятся «Школа цифровой трансформации» и сервис образовательных подборок Steps (https://steps.2035.university/), с помощью которых выстраивается новый тип отношений между преподавателем и студентом.

Важное место в таком обучении занимают гибкие курсы как будущее цифрового образования, которые позволяют более свободно обучаться любым сложным предметам. Для реализации гибких курсов существуют инструменты, одним из которых является инструмент от «Юрайт» (https://urait.ru/info/courses), где представлено большое количество контента и можно быстро найти нужные материалы, а также сформировать курс таким, как хочется автору нового курса.

В образовательной платформе «Юрайт» размещены цифровые учебники и курсы, предлагаются программы повышения квалификации и онлайн-курсы, а также банк оценочных средств и сервисы для цифровизации учебного процесса. Студенты магистратуры при подготовке к занятиям по дисциплинам вариативной части образовательной программы и при написании выпускных квалификационных работ (магистерских диссертаций) используют образовательный контент данной платформы.

Важное место в образовательном процессе магистратуры занимает многофункциональная и гибкая образовательная платформа, а также конструктор онлайн-курсов Stepik, где активно развивается адаптивное обучение с индивидуальной образовательной траекторией студентов. В данной платформе размещено в настоящее время 700 онлайн-курсов по различным предметным областям, разработанные ведущими вузами страны и учеными.

Для применения в учебном процессе магистратуры нами выбраны следующие онлайн-курсы:

1. Цифровые инструменты и сервисы для учителя.
2. Эпоха цифрового развития: основы цифровой трансформации.
3. Цифровизация образовательного процесса в школах.
4. Школа спикеров от Geek Teachers.
5. Цифровизация образования: цифровые технологии в обучении.
6. Цифровое образование.
7. Цифровизация образования. Дизайн электронных курсов.
8. Онлайн-технологии в обучении.
9. Педагогические программные средства. Создание курса в LMS Moodle.
10. Мобильные медиатехнологии в образовании.
11. Интеллектуальные информационные системы.
12. Технологический инструментарий цифрового учителя.
13. Как разрабатывать увлекательные онлайн-курсы.
14. Применение технологии смешанного обучения на уроках информатики.
15. Разработка дистанционного курса.
16. Цифровые технологии в образовательном процессе.
17. Веб 2.0 ресурсы для учителя.

Данные онлайн-курсы изучают и получают сертификаты студенты магистратуры при изучении дисциплин блока Б1.О.03 «Предметная часть» учебного плана по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование».

При реализации личностно-ориентированного подхода в подготовке магистров нами используются авторский гибридный ресурс «Цифровая образовательная среда» и онлайн-курс «Цифровые инструменты и сервисы для учителя», разработанный профессором С.В. Панюковой и размещенный в портале Stepik.

Выводы. По результатам проведенной работы можно сделать вывод об эффективности применения цифровых технологий для реализации личностно-ориентированного подхода в профессиональной подготовке специалистов. Участие студентов магистратуры в образовательной платформе «Юрайт» и взаимодействие с представителями EdTech может принести разумная цифровая трансформация.

Полученные результаты могут быть применены в учебном процессе для проведения занятий с целью увеличения мотивации и познавательного интереса студентов-будущих специалистов, а также для закрепления и углубления пройденного материала.

Список литературы

1. Бакланова, Г.А. Формирование готовности будущих учителей начальных классов к использованию цифровых образовательных ресурсов/Г. А. Бакланова: автореф. дисс. канд.пед.наук – Барнаул, 2013. – 23 с.

2. Вайндорф-Сысоева, М.Е. «Цифровое образование» как системоообразующая категория: подходы к определению/М.Е. Вайндорф-Сысоева, М.Л. Субочева// Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2018. - №3. – С.25-35.

3. Везиров, Т.Г. Цифровая образовательная среда как условие реализации личностно-ориентированного подхода в обучении при подготовке бакалавров и магистров /Т.Г. Везиров, Т.В. Федяева, А.П. Александрова// Дистанционные образовательные технологии: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции / отв.ред. В.Н. Таран. – Симферополь, ИТ «АРИАЛ», 2021. – С.20-25.

4. Гаврилюк, Е.С. Основные направления и факторы цифровой трансформации сектора науки и образования / Е.С. Гаврилюк, А.Г. Изотова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2021. - №1. – С.22-31.

5. Кравцов, А.А. Особенности реализации маркерного трекинга на массовых мобильных устройствах / А.А. Кравцов, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - №113. – 2015. – С.430-444.

6. Лямин, Ю.А. Особенности социальных аспектов дистанционного обучения с использованием облачных технологий / Ю.А. Лямин, Е.В. Романова // Дистанционные образовательные технологии: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции / отв.ред. В.Н. Таран. – Симферополь, ИТ «АРИАЛ», 2021. – С.163-168.

7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632 об утверждении Программы «Цифровая экономика Российской Федерации» - Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7MO.pdf

8. Филимонова, Е. В. Методика обучения учителей информатики информационному моделированию при разработке цифровых образовательных ресурсов: автореф… дис. Канд. Пед. наук - Москва, 2010. - 26 с.

9. Шевченко, Г.И. Цифровой след в определении уровня сформированности компетенций студентов / Г.И. Шевченко, А.И. Шевченко, А.А. Рыбакова // Дистанционные образовательные технологии: сборник трудов VI Международной научно-практической конференции / отв.ред. В.Н. Таран. – Симферополь, ИТ «АРИАЛ», 2021. – С.94-97.

10. Янькина, Н. Гибридное обучение как решение проблемы равной доступности к образованию: опыт Университета 20.35 / Н. Янькина. – Режим доступа: www.yotube.com

УДК 378

ПРОБЛЕМА ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ИНФОРМАЦИОННО-ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Денилханова Х.Я., *старший преподаватель,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный,
e-mail: Hadi-1970@mail.ru

Аннотация: *в статье автором рассмотрена проблема готовности будущих бакалавров к использованию электронных образовательных ресурсов в процессе обучения в современном информационно-цифровом пространстве. Показаны возможности применения информации с интернет-порталов и электронные образовательные ресурсы, позволяющие сделать совместную деятельность со студентами эффективной. Выделены компетенции, которые должны быть сформированы у современного педагога. Сделан вывод о том, что владение ИКТ является одним из приоритетных умений будущих бакалавров ориентироваться современном информационно-цифровом пространстве, которое поможет улучшить качество обучения, повысить мотивацию студентов к получению новых знаний, ускорить процесс усвоения знаний.*

Ключевые слова: *преподаватель, студент, электронные образовательные ресурсы, компетенции, вуз, конкурентоспособность, информационное цифровое пространство.*

THE PROBLEM OF FUTURE BACHELOR'S READINESS TO USE ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN THE PROCESS OF LEARNING IN THE MODERN INFORMATION AND DIGITAL SPACE

Denilkhanova H. Ya., *Senior Lecturer,*
Chechen State Pedagogical University, Grozny,
e-mail: Hadi-1970@mail.ru

Abstract: *In the article, the author considers the problem of the readiness of future bachelors to use electronic educational resources in the learning process in the modern information-digital space. The possibilities of using information from Internet portals and electronic educational resources, which make it possible to make joint activities with students effective, are shown. Highlighted the competencies that should be formed in a modern teacher. It is concluded that the possession of ICT is one of the priority skills of future bachelors to navigate the modern information-digital space, which will help improve the quality of education, increase the*

motivation of students to acquire new knowledge, and accelerate the process of assimilation of knowledge.
***Keywords**: teacher, student, electronic educational resources, competencies, university, competitiveness, information digital space*

С помощью ИКТ педагог может сделать материал не только более наглядным и интересным, но и показать связь между отдельными предметами. Преподаватель имеет выбор в использовании различных типов занятий, в ходе которых студенты открывают для себя новый материал. Образование России, культура России во все времена оставались важнейшим национальным достоянием. Электронные образовательные ресурсы (ЭОР) в высшей школе эффективным механизмом повышения эффективности процесса обучения

Конкурентоспособность той или иной страны в мировом сообществе, развитие экономики, науки, образования и культуры, качество жизни ее населения и национальная безопасность в условиях формирования глобального информационного общества напрямую зависят от эффективности использования информации и информационных технологий, непрерывно продуцирующих быстро растущие информационные ресурсы, напрямую способствующие бурному росту информатизации образования. В настоящее время в России наблюдается интенсивное развитие информационных технологий, что обусловлено переходом к цифровой экономике.

Ежегодный прирост рынка информационных технологий составляет свыше 12%, существенно опережая другие отрасли народного хозяйства. В связи с этим объективно возрастает роль колледжей в подготовке современного профессионального конкурентоспособного специалиста, который владеет всеми необходимыми навыками, знаниями, умениями и компетенциями для включения в существующую производственную среду.

Безусловно, что столь грандиозные цели не могут быть достигнуты без наличия системы профессионального образования, в достаточной степени предоставляющей специалистам возможности овладения новыми знаниями, технологиями обработки информации и элементами новой информационной культуры по созданию, применению и использованию информационных ресурсов в современном информационно-цифровом пространстве.

Использование электронные образовательные ресурсы позволяет преподавателю самостоятельно создавать, в любое время актуализировать образовательный контент на основе собственного взгляда на содержание и методику преподавания дисциплины и в процессе совместной деятельности с обучающимися над темами курса, заимствовать и делиться материалами с коллегами других учебных заведений через социальные сети и профессиональные сообщества, использовать богатые информационные ресурсы Интернета.

Использование электронные образовательные ресурсы в обучении в современном информационно-цифровом пространстве может потребовать применения новых перспективных технологий обучения, к числу которых, по мнению многих исследователей, следует отнести технологию «перевернутый класс». При этой модели обучения основное внимание уделяется самостоятельному усвоению обучающимися теоретического материала, овладению умениями и навыками решения практических задач.

Весомый вклад в развитие программ информатизации образования внесли такие авторы, как Стебеняев Т.В., Ларин,Т.С., Юрятин Н.Н. и многие другие [7]. Причины, побуждающие преподавателей использовать информационные и телекоммуникационные технологий в обучении (ЭОР – электронные образовательные ресурсы), лежат на поверхности.

Отметим самые важные из них: аккумуляция информационных ресурсов – возможность накапливать материал, хранить его в одном месте и в структурированном виде, поддерживать в актуальном состоянии, заимствовать опыт коллег; мультимедийность – комбинация в одном учебном объекте различных типов представления информации: с помощью графики, фото, видео, анимации и звука, интерактивность; коммуникативность – возможность прямого участия действующих лиц в реализации образовательного процесса, участия в профессиональных сообществах и т.п., быстрый доступ ко всем образовательным ресурсам. К этому следует добавить то, что в современном информационно-цифровом пространстве в условиях взрывного и даже революционного развития новых технологий быстро устаревает образовательный контент традиционных форматов (книг, статей и др.). Особенно это заметно на примере дисциплин информационного профиля – большинство учебных пособий безнадежно устаревают к моменту своего появления на свет.

Важно отметить, что современное стремительное развитие информационных технологий предъявляет новые требования к хранению, обработке и распространению данных. Происходит постепенный переход от традиционных носителей информации и от выделенных серверов к дистанционным технологиям, реализованным через глобальную сеть Интернет. Сервисы в Интернет способны стать незаменимыми инструментами функционирования современной, динамично развивающейся образовательной организации, к числу которых можно отнести электронную почту, обмен файлами, голосовыми сообщениями и данными, а также разработку собственных веб-ресурсов. При использовании информационных ресурсов в современном информационно-цифровом пространстве Интернет в организации познавательной деятельности обучающихся на занятии и в ходе самостоятельной работы учитываются их возрастные особенности, уровень подготовленности и имеющиеся для этого условия.

Кроме того, мотивация изучения материала идет более успешно, когда обучающимся ставятся конкретные и практически значимые задачи, к решению которых привлекаются разнообразные информационные технологии.

В должностных квалификационных характеристиках (приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 761 от 26 августа 2010 года) определена одна из составляющих профессиональной компетентности воспитателя – знание основ работы с персональным компьютером, текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, мультимедийным оборудованием, ориентированным на предметно-профессиональную работу педагога [6]. Интернет-витрины предназначены для представления товаров и услуг. На таких ресурсах обычно размещают полное описание товаров, отзывы, рекомендации, а также контактные данные продавца.

Промо-сайты служат инструментом продвижения товара или бренда. Тематический сайт содержит информацию по какой-либо конкретной тематике. В социальных сетях организовано общение широкого круга пользователей.

Таким образом, можно заключить, что в современном информационно-цифровом пространстве интернет-портал относится к информационным ресурсам и содержит информацию по определенной тематике. Портальная технология является «одним из наиболее перспективных направлений использования ИКТ в образовании и используется уже не первый год» [4, с. 56]. Интернет-портал – это веб-ресурс, обеспечивающий пользователям единый авторизованный персонифицированный доступ к информационному хранилищу. Определим преимущества использования интернет-порталов: − возможность структурирования находящихся в базе данных информационных ресурсов; − предоставление доступа к информационным ресурсам в удобной для использования форме; − фильтрация информации в глобальной сети в соответствии с запросами пользователей; − общий доступ к открытой информации; − использование различных видов средств представления информации (графические, видео-, аудиосредства). Исходя из названных преимуществ интернет-порталов, можно утверждать, что рассматриваемая технология занимает важное место в образовательном процессе. Создание такого рода сайтов целесообразно в том случае, если нужно заявить о своей компании, описать всего один товар или услугу и запустить контекстную рекламу. Сегодня сложилась такая ситуация, когда выпускники вузов должны быть готовы к разным изменениям социальных, экономических отношений в социуме. То есть можно говорить о необходимости формирования у студентов компетенций. [3, с. 164 – 169]. Говоря о компетентностном подходе, исследователи оперируют такими понятиями, как «компетенция» и «компетентность», и разночтения в их толковании вносят дополнительные проблемы в понимание сущности этого подхода.

Для дальнейшего исследования определим понятие «компетенция»: 1) «внутренние потенциальные психологические новообразования, которые включают в себя знания, представления, программы действий, а также системы отношений» [5]; 2) «возможность установления связей между знаниями и ситуацией или, в более широком смысле, способность найти процедуру (знания и действия), подходящую для решения проблемы» [8]. Таким образом, приобрести компетентность возможно, только если обучающийся овладеет соответствующими компетенциями. Мы проанализировали Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.011 Педагогическое образование и выделили некоторые компетенции, которые должны быть сформированы у современного педагога: ОК-1 и ОК-12. В стандарте «Педагог» также выделен ряд важных требований (сформированные трудовые действия, необходимые знания и умения), связанных с ИКТ-компетентностью, предъявляемых педагогу: «формирование навыков, связанных с информационно-коммуникационными технологиями (далее – ИКТ)». Обновление требований к квалификации педагогов дошкольного образования является одной из тенденций современного образования. Кроме того, в соответствии с законом «Об образовании в Российской Федерации» высшее образование, которое является одним из уровней образования, должно соответствовать современным требованиям, предъявляемым к реализации образовательного процесса [7]. Ахтырская Ю.В., Белоус Е.С., Бородина Т.Ф., Калинина Т.В. и др. подчеркивают в своих исследованиях, что «применение информационных технологий в образовательном процессе образовательной организации – это одна из актуальных проблем, которая заключается в сложности (а иногда и, в силу ряда причин, невозможности) их использования педагогами, т.к. педагоги не готовы к данному виду деятельности» [2, с. 156 – 162]. Таким образом, для эффективной работы педагогов с ИКТ необходимо разработать новые разнообразные курсы повышения квалификации, которые должны включать: мастер-классы; обучающие семинары («Текстовый редактор Microsoft WORD», «Создание презентаций в MS Power Point», «Использование анимации в Power Point», «Поиск информации в сети Интернет», «Электронная почта»); работу в паре (например, над темой педсовета «Проектная деятельность в ВО»); создание ЭОР [1, с. 99 – 102].

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что владение ИКТ в современном информационно-цифровом пространстве является одним из приоритетов образования, прежде всего, использование компьютерных технологий поможет улучшить качество обучения, повысить мотивацию студентов к получению новых знаний, ускорить процесс усвоения знаний.

Список литературы

1. Алипханова, Ф.Н. Роль информационно-цифрового пространства в современном образовании/Ф. Н. Алипханова, М. В. Гамзаева, Р. Р. Алиева//Наука и образование состояние, проблемы, перспективы развития: материалы научной сессии профессорско-преподавательского состава Дагестанского государственного педагогического университета. 2019; 99 – 102.

2. Гамзаева, М.В. Информационные технологии в подготовке учащихся в системе высшего образования. Стратегии социально-экономического развития Северного региона Крыма на долгосрочный период/М. В. Гамзаева// материалы I Межрегиональной научно-практической конференции. 2018: 156 – 162.

3. Гамзаева, М.В. Современные образовательные ресурсы в глобальном виртуальном пространстве. Профессионально-педагогическое образование:

состояние и перспективы/М. В. Гамзаева, М. А. Асваров// материалы Межвузовской студенческой и Международной научно-практических конференций. Москва – Берлин, 2020: 164 – 169.

4. Давыдов, В.В. Теория развивающего обучения/ В. В. Давыдов. – Москва: «Академия», 1996.

5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Коллекция разнообразных ЦОР в различных форматах. Available at: http://school-collection.edu.ru

6. Панина, Т.С. Современные способы активизации обучения/Т. С. Панина, Л. Н. Вавилова: учебное пособие – Москва: Издательский центр «Академия», 2012.

7. Стебеняева, Т.В. Новая технология разработки электронных образовательных ресурсов как фактор информатизации сферы образования/Т. В. Стебеняева, Т. С. Ларина, Н. Н. Юрятина// Новые педагогические технологии. 2014; № 17: 159 – 165.

УДК 004.4'2

ПРОГРАММНОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Дубровина О.В., *аспирант*
Тамбовский государственный технический университет,
институт автоматики и информационных технологий, Тамбов, Россия
e-mail: prepov@rambler.ru

Аннотация. *В статье рассмотрены аспекты работы с автоматизированной обучающей системой незрячих пользователей. Проведен анализ информационных технологий, применяемых незрячими пользователями в работе с компьютерной техникой. Определены программные и технические средства, позволяющие незрячим взаимодействовать с персональным компьютером. Перечислены распространённые в России программные и технические тифлосредства. Приведены минимальные требования к программным, техническим, тифлоинформационным средствам. Даны основные характеристики персонального компьютера для незрячего на основе рекомендаций профильных организаций. Приведен перечень программного обеспечения персональных компьютеров незрячих пользователей, с учетом рекомендаций организации занимающейся программными и техническими комплексами для незрячих и предпочтениями самих незрячих пользователей. Построена структурная модель работы незрячего пользователя и модель процесса адаптации автоматизированной обучающей системы к потребностям не-*

зрячих пользователей. Описан общий принцип работы пользователя с серьезными нарушениями зрения и варианты удобного вывода информации. Приведены основные требования доступности в соответствии с ГОСТ. Описаны требования к адаптации автоматизированной обучающей системы, с учетом адаптации всех учебных материалов, тестов, заданий и документов. Сделаны выводы о возможности применения автоматизированной обучающей системы для незрячих пользователей.

Ключевые слова: *Тифлосредства, тифлоинформационные средства, рельефно-точечный вывод, программа экранного доступа, брайлевский дисплей, брайлевская строка.*

AUTOMATED LEARNING SYSTEM FOR BLIND USERS SOFTWARE AND HARDWARE

Dubrovina O.V., *postgraduate student*
Tambov State Technical University, Institute of Automation and Information Technologies, Tambov, Russia, e-mail: prepov@rambler.ru

Annotation*. The article discusses aspects of working with an automated training system for blind users. The analysis of information technologies used by blind users in working with computer equipment is carried out. The software and hardware tools that allow the blind to interact with a personal computer have been determined. The software and hardware tools common in Russia are listed. The minimum requirements for software, hardware, and informational means are given. The main characteristics of a personal computer for the blind are given on the basis of the recommendations of specialized organizations. A list of software for personal computers of blind users is given, taking into account the recommendations of the organization dealing with software and technical systems for the blind and the preferences of the blind users themselves. A structural model of the work of a blind user and a model of the process of adapting an automated training system to the needs of blind users have been built. The general principle of operation of a user with serious visual impairments and options for convenient display of information are described. The basic requirements for accessibility are given in accordance with GOST. The requirements for the adaptation of an automated training system are described, taking into account the adaptation of all training materials, tests, assignments and documents. Conclusions are made about the possibility of using an automated training system for blind users.*

Keywords: *Typhlo means, typhoid information means, relief-point output, screen access program, braille display, braille line.*

По данным ВОС в России 218 тысяч людей с серьезными проблемами зрения, 100 тысяч из них полностью незрячие, это значительная часть нашего общества и все создаваемые цифровые платформы должны удовлетворять их потребностям. Возможность работать на компьютере для незрячих обеспечивается за счет комплекса программных и аппаратных тифлосредств, преобразующих визуальную информацию в осязательную и слуховую.

Основными программными тифлоинформационными средствами являются программа экранного доступа и синтезатор речи. Программа экранного доступа, осуществляет передачу информации между незрячим пользователем и компьютером. Это происходит благодаря выводу информации при помощи звука и рельефно-точечного вывода. Самыми распространенными программами экранного доступа в России являются «JAWS», компании Freedom Scientific в Сент-Питерсберг, штат Флорида, США и NVDA, разработанная незрячими программистами Майклом Керраном и Джеймсом Техом, Австралия [6, 7].

Удобство воспроизведения информации осуществляется за счет аппаратных и программных синтезаторов речи. Они характеризуются различными параметрами воспроизведения и подбираются незрячими пользователями по их предпочтениям. Важными параметрами являются качество речи, быстрота реакции на управляющее воздействие и максимально возможная скорость воспроизведения [1].

В России наиболее популярны синтезаторы речи SpeakingMause, Digalo и Sakrament. Определить какой из них лучше однозначно невозможно. Так SpeakingMause показывает хорошую быстроту реакции на команды и высокую фонетическую разборчивость, а Digalo обеспечивает более комфортное восприятие, но медленней реагирует на управляющие воздействия. Для обеспечения эффективности и комфортных условий работы на компьютер часто ставят несколько синтезаторов и выбирают один из них для различных задач [2].

Вывод рельефно-точечной информации осуществляется при помощи дисплея Брайля. Это устройство, позволяющее читать информацию на экране монитора шрифтом Брайля через специальные ячейки. Оно представляет собой строку, содержащую до восьмидесяти восьмиточечных модулей, на которую шрифтом Брайля выводится текстовая информация. Работу незрячего с брайлевским дисплеем можно представить, как просмотр содержимого монитора через небольшое окно, на котором отображается вся информация. расположенная на экране. Но перемещение окна брайлевского дисплея ограничивается программой экранного доступа, так как нет возможности прочитать одновременно всю информацию на экране компьютера [7].

Брайлевские дисплеи также позволяют осуществлять управляющее воздействие на компьютер. Каждый модуль дисплея снабжен специальной кнопкой, нажатие на которую передает компьютеру информацию об отображаемой этим модулем позиции на экране и может интерпретироваться программным обеспечением (например, как нажатие кнопки "мыши", вызывая перемещение каретки или активизацию соответствующего пункта меню).

Каждое из рассмотренных нами средств, применяемых незрячими для работы за компьютером, имеет свои преимущества. Брайлевский дисплей существенно облегчает работу, которая требует детального и точного восприятия информации (редактирование, чтение иноязычных текстов и т.д.). Применением синтезатора речи обеспечивается более высокая по сравнению с чтением на брайлевском дисплее скорость получения информации, поэтому, речевой доступ более эффективен, например, при знакомстве с большими объемами информации. Кроме этого, речевой вывод дает возможность контроля правильности действий на слух, не отрываясь от клавиатуры.

Для вывода информации на печать применяются специальные принтеры, они позволяют преобразовывать плоскопечатный текст в шрифт Брайля. Современные брайлевские принтеры позволяют выводить на печать тексты, выполненные в любом текстовом редакторе. Графический вывод на брайлевский принтер используется чаще всего для печати планов, схем, графиков и т.п. Разумеется, изобразительные возможности и разрешающая способность рельефно-точечной графики существенно уступают обычным [1, 2, 3].

Наиболее эффективными для работы на персональном компьютере незрячего пользователя будет совместное использование синтезатора речи и брайлевского дисплея, позволяющее объединить достоинства обоих этих средств.

При работе за компьютером незрячий пользователь применяет обычную клавиатуру. Вся работа строится на знании десятипальцевого метода печати и набора команд управления Windows.

Проанализировав основные аспекты работы незрячего пользователя за персональным компьютером, была построена структурная модель его работы с учетом тифлоинформационных средств (рисунок 1).

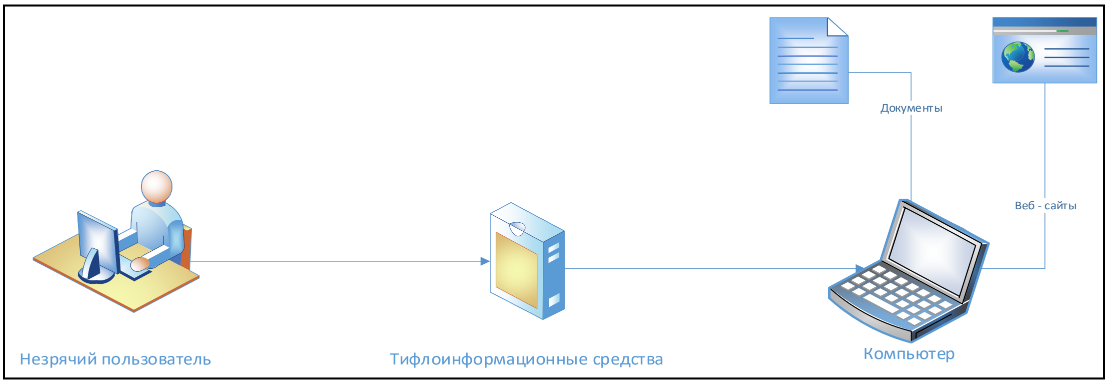


Рисунок 1. Структурная модель работы незрячего пользователя

Для работы с автоматизированной обучающей системой незрячему пользователю необходим персональный компьютер, оснащенный вышеперечисленными тифлоинформационными средствами.

Техническое обеспечение должно включать клавиатуру, наушники, колонки. Минимальные требования к персональному компьютеру незрячего пользователя, на основе рекомендованных рабочих мест от компании ООО "Элита Групп", которая является разработчиком аппаратных и программных средств для незрячих и слабовидящих пользователей, а также дистрибьютором ведущих компаний на рынке тифлотехники [4]:

– PC Display 23,5";
– CPU Intel Core i3;

– 8 Гб DDR4;
– Video Intel HD;
– 1 Тб HDD;
– High Definition Audio;
– DVD±RW;
– Card-R;
– Gigabit LAN;
– 450Вт;
– Mouse+ keyboard;
– Acoustic 2.0, 2 Вт.

Необходимое программное обеспечение, рекомендованное ООО "Элита Групп":

– Win10;
– Fusion;
– ElNotes;
– MS Office.

Для удобства работы незрячего пользователя необходимо программное обеспечение «ABBYY FineReader» или «OpenBook».

С учетом применения всех программных, аппаратных и тифлоинформационных средств структурная модель работы незрячего пользователя, представленная на рисунке 1 трансформируется в модель процесса адаптации автоматизированной обучающей системы к потребностям незрячих пользователей, представленную на рисунке 2:

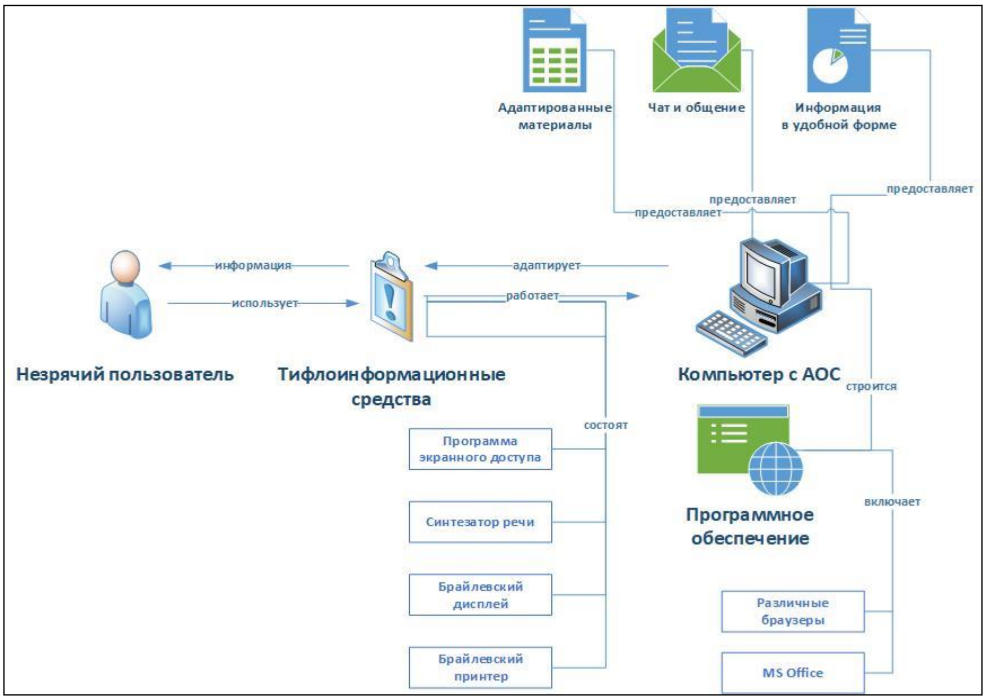


Рисунок 2 - Модель процесса адаптации АОС к потребностям незрячих пользователей

Также необходимо учитывать некоторые особенности тифлоинформационных средств. Например, программа экранного доступа «NVDA» не содержит в себе всех необходимых таблиц Брайля для брайлевского дисплея, поэтому при использовании их для обучения необходима программа «Jaws».

Для корректной работы незрячего пользователя с АОС все материалы должны быть адаптированы и представлены в удобном виде. Необходимо предоставить выбор варианта вывода информации: распечатанный шрифтом Брайля, электронный с звуковым выводом или электронный с тактильным выводом.

Вся информация в АОС должна соответствовать следующим правилам [5]:

– представление информации на странице с применением семантической верстки, грамотно организованный переход по заголовкам (соответствие ГОСТ Р 52872-2019);

– вся HTML верстка построена четко с применением заголовков разных уровней, для перехода по ним горячими клавишами клавиатуры;

– графический материал должен быть подписан, для озвучивания программой экранного доступа, необходимо описание графики в атрибуте Alt тега Img. Также необходимо прописать назначение кнопок и переходов через задание атрибутов;

– все документы курсов должны быть в формате doc или читаемом pdf;

– желательна структура в виде заголовков внутри файла, также для перехода к необходимому материалу при помощи горячих клавиш клавиатуры;

– структура курса должна быть строгой и однородной на всех страницах, нельзя менять местами расположение кнопок, переходов, документов и т. д;

– для совместной работы можно использовать сервисы Google, они пригодны для работы, управляются клавиатурой и читаются программой экранного доступа;

– тесты необходимо адаптировать для полного управления клавиатурой, к каждому тесту обязательно пояснение (например, незрячий не может самостоятельно определить один вариант нужно выбрать или несколько);

– индивидуальные задания необходимо давать в виде реферата (без презентации, так как она основана на визуальном доступе). Можно включать запись видео, в доступных для незрячих программах;

– в качестве средств разработки необходимо использовать читаемые приложения, либо писать код в блокноте, с постоянным комментированием (в различных средах также необходимо научить грамотно комментировать код);

– при работе над проектированием или моделированием, целесообразно организовывать командную работу зрячих и незрячих обучающихся;

– для корректной работы всего учебного курса необходимо тестирование и консультации незрячих и слабовидящих пользователей.

Таким образом, анализ научной и нормативной литературы позволил прийти к выводу о том, что с помощью специальных программных, технических, тифлоинформационных средств и правильно реализованных АОС незрячие пользователи могут успешно обучаться и получать необходимый им уровень образования.

Список литературы

1. Рощина, М.А. Основы компьютерных тифлотехнологий/ М. А. Рощина. – Нижний Новгород: ЦСТПР «Камерата», 2007. С. 60
2. Щвецов, В.И. Педагогическое сопровождение освоения и применения компьютерных технологий как средства социальной интеграции лиц с глубокими нарушениями зрения/В. И. Щвецов, М. А. Рощина//Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Инновации в образовании. Н.Новгород: Издательство ННГУ, 2012. №4(1). - С.76-82
3. Компьютерные технологии для незрячих и слабовидящих [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tiflocomp.ru/
4. Сайт компании ООО "Элита Групп" [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elitagroup.ru
5. ГОСТ Р 52872-2019 «Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению»
6. Дубровина, О.В. Информационная модель адаптации автоматизированной обучающей системы для незрячих пользователей/О. В. Дубровина// Информатика: проблемы, методы, технологии: сборник материалов XXI Международной научно-методической конференции / под редакцией А. А. Зацаринного, Д. Н. Борисова; Воронеж, Воронежский государственный университет, 11-12 февраля 2021 г. – Воронеж: ООО «ВЭЛБОРН», 2021. – С. 308-313
7. Дубровина, О.В. Анализ информационных технологий, применимых для управления подготовкой слабовидящих и незрячих/О. В. Дубровина// МОЛОДАЯ НАУКА – 2021: Сборник статей VIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Москва. - 2021. - С. 27-32.

УДК 378.2

СПЕЦИФИКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Исаева Л.М. *кандидат педагогических наук,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: lz_256@mail.ru

Аннотация. *В статье описано специфика применение инновационных технологий в социально-педагогической деятельности, обусловленных необходимостью использования различных приемов и методов, реализующих новые подходы с качественными изменениями в современной жизни общества.*

В различные сферы деятельности человека внедряются инновации, что ориентирует людей на новое развитие, совершенствование своих знаний, умений, овладение новыми видами деятельности в смежных отраслях экономики. Система образования должна обеспечивать обществу уверенный переход в цифровую эпоху, ориентированную на рост производительности, новые типы труда, потребности человека. Информатизация образования создала базу для перехода на новый уровень, цифровизация направлена на подготовку специалистов, которые гарантированно востребованы на рынке труда, легко и свободно владеют мобильными и интернет-технологиями, а также ориентированы на непрерывное обучение (повышение квалификации) с помощью электронного обучения.

Инновации внедряются в различные сферы человеческой деятельности, что ориентирует людей на новое развитие, совершенствование их знаний и навыков, освоение новых видов деятельности в смежных отраслях экономики. Система образования должна обеспечить обществу уверенный переход к цифровизации, ориентированной на рост производительности, новые виды труда и потребности человека. Информатизация образования создала основу для перехода на новый уровень, цифровизация направлена на подготовку специалистов, которые гарантированно будут востребованы на рынке труда, ориентированы на непрерывное обучение. (повышение квалификации) с использованием информационно-коммуникационной среды.

Ключевые слова: *инновационные технологии, социально-педагогическая деятельность, цифровизация, информатизации, коммуникации, образовательный процесс.*

SPECIFICITY OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND PEDAGOGICAL ACTIVITIES

Isaeva L.M. *Candidate of Pedagogical Sciences,*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: lz_256@mail.ru

Annotation. *The article describes the specificity of the use of innovative technologies in social and pedagogical activities, due to the need to use various techniques and methods that implement new approaches with qualitative changes in modern society. Innovations are being introduced into various spheres of human activity, which orients people towards new development, improving their knowledge and skills, mastering new types of activity in related sectors of the economy. The education system should provide society with a confident transition to the digital era, focused on productivity growth, new types of work, and human needs. The informatization of education has created the basis for the transition to a new level, digitalization is aimed at training specialists who are guaranteed to be in demand in the labor market, easily and fluently own mobile and Internet technologies, and are also focused on lifelong learning (advanced training) using e-learning. Innovations are being introduced into various spheres of human activity, which* *orients people towards new development, improving their knowledge and skills, mastering new types of activities in related sectors of the economy. The education system should provide society with a confident transition to digitalization focused on productivity growth, new types of labor and human needs. The informatization of education has created the basis for the transition to a new level, digitalization is aimed at training specialists who are guaranteed to be in demand in the labor market, focused on lifelong learning. (professional development) using the information and communication environment.*

Keywords: *innovative technologies, social and educational activities, digitalization, informatization, communications, educational process.*

Современные рыночные отношения определены возрастанием значимости знаний в системе цифровизации всех сфер экономики и общественной жизни, обусловливающие приоритетными направлениями в области знаний на техническое развитие общества и государства.

Такое прогнозирование выражает увеличение требований к профессионализму в виде логического анализа, в частности внедрения и переход на современную информационно-коммуникационную среду, где программное проектирование обеспечивает интеграционные процессы и предпосылки для повышения доступности инновационных технологий в социально-педагогической деятельности.

Инновационные технологии сегодня определяют, как основное средство социальной поддержки, обеспечивающие инновационную деятельность не только в массовом характере, но и становится объективной необходимостью социальной политики государства.

В то же время государство организует возможности регулирования пространства знаний и формирования доступа к ней, совершенствуя методы его распространения для практического применения в национальных интересах, в том числе и для повышения действенности государственного управления.

Для последовательной разработки прикладных решений на основе прогрессивных научных исследований внедрение инновационных технологий в социально-педагогическую деятельность является в первую очередь частью коллективной системы рыночной экономики на всех уровнях государства, а также межведомственное взаимодействие институтов социальной защиты с другими организациями, оказывающими влияние на образовательные системы всех уровней [6].

Инновационные технологии предназначены для повышения качества управления социальной защиты и организаций социальных услуг, а также для развития повседневной деятельности по обмену информации, как внутри образовательной организации, так и во внешнем информационном поле.

Социально-педагогическая деятельность изучает процесс обновления образовательной деятельности, его принципы, закономерности, средства и методы. Инновационные технологий направлена на внедрение в обучающую среду новшеств, улучшающих характеристики как отдельных компонентов, так и образовательной системы в целом.

Инновационные технологии в социально-педагогической деятельности – это методические приемы, отдельных компонентов в целостных научно-обоснованных проектах направленных на рациональное использование различных инноваций определенной педагогической системы, а также для реализации новшеств, которые обуславливаются к качественным изменениям в разных сферах социальной жизни в различных регионах России.

По мнению Л.А. Оганнисян, этапы инновационных технологий можно рассматривать, как новое очертание детерминированных процессов постиндустриального развития общества, цифровой революции, вызовами массовой инвалидизации и модернизации, развития прикладного научного обеспечения. [5]

Соединение интенсивных путей развития инновационных технологий в социально-педагогической деятельности обусловлено необходимостью использования различных приемов и инновационных методов, реализующих новые подходы с качественными изменениями педагогических систем. Поэтому в условиях социальных изменений определенного этапа развития современного общества, инновационные технологии нацелены на эффективную подготовку квалифицированных кадров.

Следует отметить, что инновационные технологий в социально-педагогической деятельности являются одним из инструментов в сфере развития образования, которые непосредственно опираются на потребности участников образовательного процесса. При этом важно понимать, что эффективность применения инновационных технологий в социально-педагогической деятельности характеризуется многомерностью и охватывает все направления профессиональной деятельности современного общества. Где обеспечивают востребованность на рынке труда, готовность формирования высокого уровня организаций социальных услуг к непрерывному профессиональному развитию.

Следовательно, главной закономерностью трансформации инновационных технологий в сфере образования являются профессиональные навыки педагогических работников в работе с цифровыми технологиями, для результативного осуществления социально-педагогической деятельности в контексте современной реальности цифровизации образования.

Цифровизация образования напрямую зависит от уровня владения цифровыми технологиями педагогических работников с целью их продуктивного применения в образовательной деятельности. Т.Г. Везиров отмечает необходимость формирования умения ориентироваться в потоке цифровой информации, работать с ней, обрабатывать и встраивать в новую технологию [1].

Инновационные технологии в социально-педагогической деятельности с применением цифровых технологий и неограниченных информационных ресурсах должна научить педагогических работников эффективно их внедрять в образовательный процесс.

Широкое применение цифровых технологий является глобальной тенденцией мирового общественного развития и научно-технической революции последних десятилетий. Состояние социальной сферы России и тенденции развития общества требуют решения проблемы опережающего развития на основе инновационных технологий, создания в стране единой социально-информационной среды.

Такие изменения потребуют от педагогических работников свободного владения цифровой образовательной среды, а это значит, что перспективной задачей вузов является повышение квалификации педагогических работников цифровой грамотности, ориентированной не только на разработку курсов, но и на применение цифровой среды в образовательном процессе.

Цифровая грамотность – это набор знаний и умений, которые необходимы для эффективного и безопасного использования цифровых технологий и интернет-ресурсов.

Раскрывая содержание понятия инновационные технологий в социально-педагогической деятельности, следует учитывать, что цифровая грамотность – это умение необходимые для эффективного и безопасного использования цифровых технологий, сетевого сообщества и элементы цифровой грамотности в контексте интернет-среды, умение коммуницировать в онлайн сообществах, создавать и распространять контент, саморазвиваться.

Следовательно, условиями, направленными на эффективное формирование цифровых навыков у педагогических работников для применения инновационных технологий в социально-педагогической деятельности, являются:

– автоматизированный доступ и систем связи к инновационным технологиям для реализации, личных и социально значимых задач;

– инфраструктура, обеспечивающие создание национальных информационных ресурсов в объеме, необходимом для поддержания постоянно убыстряющегося научно-технического и социального прогресса.

– ускоренный процесс автоматизации и роботизации всех сфер и отраслей производства и управления;

– радикальные изменения социальных структур, следствием которых оказывается расширение сферы информационной деятельности и услуг

Использование цифровых технологий в социально-педагогической деятельности открывает широкие возможности в практической деятельности педагогических работников, органично дополняет традиционные формы работы, расширяя взаимодействие с другими участниками образовательного процесса.

Применение цифровых технологий в социально-педагогической деятельности педагогических работников образовательной организации имеет ряд преимуществ, а именно:

– дает возможность использования принципиально новых концептуальных оснований информационных технологий в социально-педагогической деятельности;

– создает качественно новые формы учебно-методического обеспечения инноваций;

– позволяет интегрировать цифровое обучение;

– расширенный доступ к научно-методической базе;

– использование в работе накопленного и опробированного педагогического опыта других педагогических работников;

– возможность самообразования;

– систематизация своего педагогического опыта.

Инновационные технологии включают овладение педагогическими работниками приемами для разработки стратегических планов творческого обновления и реорганизации образовательного процесса с использованием цифровых технологий, овладение приемами организации сетевого взаимодействия, изучение и обобщение опыта эффективного использования цифровых технологий в социально-педагогической деятельности, участие в формировании сетевых педагогических сообществ.

В качестве показателей инновационных технологий социально-педагогической деятельности с использованием цифровых технологий выделяют:

– осознание включенности системы образования в глобальные информационные процессы;

– готовность к освоению эффективного доступа к практически неограниченному объему информации и аналитической обработки этой информации;

– стремление к формированию и развитию личных творческих качеств, дающих возможность генерировать социально-педагогические идеи в современной информационной среде с целью получения инновационных педагогических результатов, а также создание собственной информационной среды;

– наличие высокого уровня цифровой культуры, теоретических представлений и опыта организации информационного взаимодействия, осуществляемого в режиме диалога;

– освоение цифровой культуры получения, отбора, хранения, воспроизведения, представления, передачи и интеграции информации;

– готовность к использованию инновационных технологий как важный аспект профессионального роста в условиях непрерывного образования в постоянно меняющемся информационном обществе;

– способность к моделированию и конструированию цифровой образовательной среды и прогнозированию результатов в социально-педагогической деятельности.

Инновационные технологий в социально-педагогической деятельности и ее конечные результаты зависят от того, насколько правильно определено содержание, какие выбраны методы для ее достижения и формы организации этой деятельности. Понятно, что содержание, методы и формы не могут существовать независимо друг от друга, их взаимосвязь определяется тем, что содержание влияет на формы и методы, те в свою очередь могут корректировать содержание и формы, кроме того, формы и методы также между собой взаимосвязаны.

Применение цифровых технологий в работе социально-педагогической деятельности позволяет педагогическим работникам поэтапно реализовывать выделенные структурные компоненты его деятельности.

При активной работе над явными проблемами во внедрении цифровых технологий в образование, в перспективе образовательной организации сможет дать обучающим высокий уровень знаний.

Таким образом, инновационные технологии в социально-педагогической деятельности позволяет педагогическим работникам определять маршрут их профессионального совершенствования, особенно, в области научно-методической деятельности. В этой деятельности цифровизация образования может сыграть важную роль и привести к значительной реструктуризации, информатизации и коммуникации образовательных организаций, связанных с созданием высоко насыщенной информационно-коммуникационной среды.

Список литературы

1. Везиров, К. Т. Использование «сквозных» технологий в подготовке специалистов среднего профессионального образования в условиях цифровой образовательной среды / К.Т. Везиров // Дистанционные образовательные технологии: материалы V междунар. науч.-практ. конф. 22–25 сентября 2020 г., Ялта / ООО «Изд-во Типография Ариал». – Симферополь, 2020. – С.113-117.
2. Галактионова, Л. А. Специфика инновационных технологий в социальной работе/Л. А. Галактионова//Концепт. 2016. №S14.
URL: https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-innovatsionnyh-tehnologiy-v-sotsialnoy-rabote
3. Григорьева С. Г. Инновационная деятельность учителя как педагогическое явление/С.Г. Григорьева//Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2011. №3-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-deyatelnost-uchitelya-kak-pedagogicheskoe-yavlenie (дата обращения: 11.10.2021).
4. Исследование российского рынка онлайн-образования и образовательных технологий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://edmarket.digital/ (дата обращения: 15.03.2018).
5. Оганнисян, Л.А. Инновационные педагогические технологии в современной школе/Л. А. Оганнисян, Ю.А. Мищенко//Таврический научный обозреватель. 2015. №3-1.
URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-pedagogicheskie-tehnologii-v-sovremennoy-shkole.
6. Хасанова, А. С. Педагогические инновационные технологии в образовательном учреждении (школа) / А. С. Хасанова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 2 (344). — С. 207-209. — URL: https://moluch.ru/archive/344/77324/ (дата обращения: 10.04.2021).
7. Цифровизация российской социальной работы: современная практика и пути развития // Теория и практика общественного развития. 2020. №9 (151). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-rossiyskoy-sotsialnoy-raboty-sovremennaya-praktika-i-puti-razvitiya (дата обращения: 25.03.2021).

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЙМИФИКАЦИИ И АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

***Дубровина О.В.**, преподаватель,*
Технический колледж федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО "ТГТУ"), г. Тамбов, e-mail: prepov@rambler.ru

***Кольцова М.В.**, студентка 4 курса,*
Технический колледж федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО "ТГТУ"), г. Тамбов, e-mail: kolts2017@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрена тема использования методов геймификации и адаптивного обучения в образовании студентов и школьников. Авторами поднимается проблема необходимости включения данных методов в современную систему обучения, для повышения качества знаний учеников и квалификации преподавателей. В статье подробно описаны достоинства геймификации и адаптивного образования, а также рассказано о правильном внедрении данных направлений в систему образования, о популярных ошибках во внедрении, влиянии на студентов, школьников и преподавателей. Описаны виды, средства и методы геймификации и адаптивного обучения. Целью данной статьи является подробное описание различных методов геймификации и адаптивного образования, для улучшения образовательной сферы. Задачами статьи является знакомство учеников и преподавателей с новыми направлениями обучения, раскрытие технологического потенциала предложенных методик образования, обоснование использования геймификации и средств адаптивного обучения в школах, колледжах и вузах. Практическая значимость приведенных методик в области образования, очень высока, из-за удобства, хорошего обеспечения безопасности здоровья, сохранения интереса к обучению у учеников. Тем самым доказывая необходимость использования геймификации и адаптивного образования в будущем.*

***Ключевые слова:** геймификация, образование, адаптивное обучение, студенты, школьники, преподаватели, методы, достоинства, методики, способы, средства.*

THE USE OF GAMIFICATION AND ADAPTIVE LEARNING IN EDUCATION

***Dubrovina O.V.**, teacher,*
Technical College Federal state budgetary educational institution of Higher Education "Tambov State Technical University" (FGBOU VO "TSTU"), Tambov
e-mail: prepov@rambler.ru

***Koltsova M.V.,** student 4 courses,*
Technical College Federal state budgetary educational institution of Higher Education "Tambov State Technical University" (FGBOU VO "TSTU"), Tambov
e-mail: kolts2017@yandex.ru

***Annotation**. The article discusses the topic of using gamification and adaptive learning methods in the education of students and schoolchildren. The authors raise the problem of the need to include these methods in the modern teaching system to improve the quality of students' knowledge and teachers' qualifications. The article describes in detail the advantages of gamification and adaptive education, as well as tells about the correct implementation of these directions in the education system, about popular mistakes in implementation, the impact on students, schoolchildren and teachers. The types, means and methods of gamification and adaptive learning are described. The purpose of this article is a detailed description of various methods of gamification and adaptive education to improve the educational sphere. The objectives of the article are to introduce students and teachers to new areas of study, to reveal the technological potential of the proposed educational methods, to justify the use of gamification and adaptive learning tools in schools, colleges and universities. The practical significance of these methods in the field of education is very high, because of the convenience, good health safety, preservation of interest in learning among students. There by proving the need to use gamification and adaptive education in the future.*

***Keywords:** Gamification, education, adaptive learning, students, schoolchildren, teachers, methods, advantages, methods, methods, means.*

Образование является неотъемлемой сферой жизни любого человека. С развитием науки и технологий, повышается не только уровень образования, но и методы преподавания учебного материала. В наши дни существует огромное множество интерактивных методов обучения, созданных как для школьной программы, так и для программ среднего профессионального и высшего образований. В данной статье будут рассмотрены самые многообещающие способы интерактивизации образования [2].

Одним из самых познавательных и вовлекающих в обучение методов является геймификация. Геймификация – это не просто игровой процесс, это также множество инструментов и способов эффективной подачи учебной информации [3]. Главными правилами успешного внедрения такой системы являются:

– проработка сценария учебно-игрового процесса;
– определение целей, задач и желаемого результата;
– составление правил, возможных рейтингов и других игровых элементов;

– отработка грамотной визуализации и подачи материала;
– учет предпочтений обучающихся;
– обеспечение безопасности.

Отличными примерами геймификацией образовательного процесса являются интерактивные-презентации, обучающие видеоролики, квесты, видеоигры, соревнования. Такие интересные методы обучения в большинстве случаев находят положительный отклик как у обучающихся, так и у преподавателей [4]. Что касается, студентов вузов и средне специальных учебных заведений, для них геймификация сможет сделать стандартный курс обучения более увлекательным.

Целесообразным методом геймификации является добавление рейтинговой системы, которая поможет мотивировать студентов на своевременное выполнение заданий и развитие ответственности [3]. Способов выражения такой идеи довольно много, но чаще всего учебные заведения и научные информационные порталы пользуются следующими системами поощрения:

– добавление игровых валют (баллов, марок) за достижения, навыки, успешное прохождение заданий, участие в конкурсах;

– добавление коллекций, таковыми могут быть значки за достигнутые успехи, статусы в рейтинговой системе, трофеи и подарки.

Добавление презентаций, квестов и интерактивных исследовательских работ будет способствовать лучшему усвоению материала и приведет к пониманию усложненных задач. Геймификация также предусматривает командную работу, что, несомненно, является преимуществом для улучшения коммуникативных навыков [2].

В данный момент выделяется два вида геймификации для студентов: точечная и сквозная. Точечная геймификация предполагает присутствие в отдельных элементах учебной программы, таких как видеоролики, презентации и вебинары, рисунок 1. Многие студенты испытывают сложность в концентрации своего внимания на научных обучающих вебинарах, различные средства игрофикации позволят добиться лучшего усвоения материала. Примерами внедрения точечной геймификации являются добавление блиц-опросов, тематических заданий по теме вебинара или обучающего видеоролика.

Сквозная геймификация – метод, который сопровождает студентов на протяжении всего учебного курса. Данный метод основан на регулярном использовании игрофикации в подавляющем большинстве дисциплин. Интерактивные вебинары, адаптивное тестирование, рейтинговая система, система обмена баллов на призы, коммуникативные игры, дизайнерские презентации, обучающие видеоролики и использование популярных видеохостингов (YouTube) – всё вышеперечисленное множество является вспомогательными средствами геймификации.

Что касается синтеза игрофикации и школьной программы, наиболее популярны следующие варианты:

– классный турнир;
– интерактивный квест;

– школьные дебаты;
– коммуникативные игры.

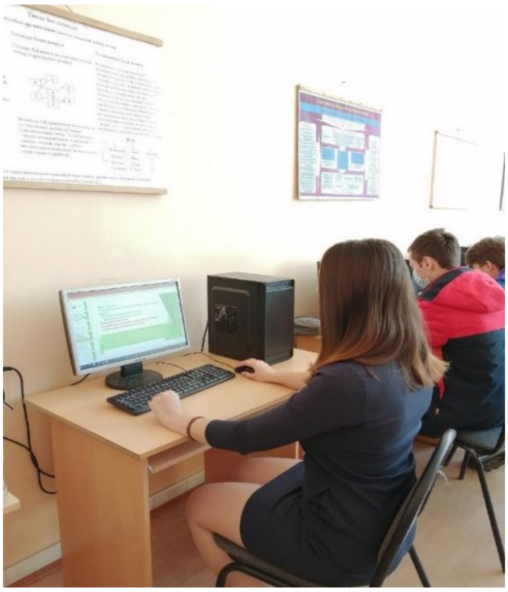


Рисунок 1. Пример точечной геймификации в образовании для студентов

Классный турнир – подразумевает командную работу в классе, которая соответствует тематике предмета, либо же изучаемой темы. В разработке такого турнира могут участвовать одновременно несколько преподавателей и успешно совмещать несколько предметных дисциплин [4]. Такое мероприятие может быть выстроено по аналогии с такими известными интеллектуальными играми как: Поле Чудес, Сто к одному и тому подобное.

Преимущество интерактивных квестов состоит в том, что этот способ игрофикации может происходить не только в команде, но и индивидуально для каждого ученика. Такие квесты могут быть представлены как в электронном формате, так и без использования гаджетов.

Школьные дебаты – является одной из наиболее часто используемых форм игрофикации в школах, чаще всего подобного рода дебаты происходят в пределах одного класса, и тематику мероприятия могут предложить как ученики, так и преподаватели.

Коммуникативные игры – могут иметь различный формат своего исполнения, к примеру преподаватели могут объединить несколько классов для школьных соревнований. Соревнования могут представлять собой спортивные игры, логические головоломки, блиц-опросы.

Как и в любом методе преподавания, в геймификации обучения можно допустить серьезные ошибки, из-за которых обучающиеся не смогут правильно и эффективно усвоить материал учебного курса. Основными недочетами организации системы геймификации являются: неправильный выбор учебных материалов, плохо проработанный сценарий геймификации, чрезмерное злоупотребление интерактивными методами и средствами [2]. Поэтому прежде всего, преподавателю стоит ответственно отнесись к составлению плана учебно-игрового процесса, и регулярно проводить анализ эффективности выбранных методов.

Из всего вышесказанного, следует сделать вывод, что геймификация позитивно сказывается на развитии знаний у обучающихся, способствует возрастанию учебной мотивации. На работу преподавателей также влияет позитивная динамика использования геймификации: улучшение отношений с учениками, участие в интересных мероприятиях и получение нового интересного опыта.

Вторым способом интерактивизации образования являются адаптивные методы обучения.

Адаптивное обучение – уникально тем, что оно подстраивается под знания и умения каждого человека. Построение такой модели обучения учитывает индивидуальные особенности, мотивацию, предпочтения и запросы обучающегося [4]. Такой подход обеспечивает лучшее понимание предметов и дисциплин, делает обучение увлекательным для каждого человека. История использования адаптивного обучения на практике появилась более пятидесяти лет назад [6]. Разработкой методик данного обучения занимаются психологи, профессора, педагоги, кибернетики и программисты.

Активное внедрение адаптивного обучения в школах, колледжах и институтах вызвано рядом недостатков устаревшей системы образования:

– заинтересованность учеников в оценке, а не знаниях;
– невнимательность на занятиях;
– плохая усвояемость материала;
– низкая выполняемость домашних заданий;
– редкость индивидуальных работ.

В наше время искусственный интеллект и новейшие технологические разработки играют важную роль в адаптивном обучении [5]. Масса информационных платформ реализует поддержку для искусственного интеллекта и роботизации в образовании. К примеру, в современных школах активно набирают популярность занятия по разработке нейросетей и чат-ботов. Суть таких уроков также заключается в объяснении взаимодействия с робототехникой, работой машинного зрения, программирования [1]. Благодаря этому ученики и студенты каждое занятие создают свой собственный микро-проект, повышают свои навыки в программировании, создании исследовательских работ, анализе данных.

В силу успешности внедрения адаптивного обучения в систему образования, в такой методике довольно много преимуществ, и самые главные из них:

– лучшее усвоение материала учениками;
– облегчение работы преподавателю;
– контроль за всеми обучающимися;
– увеличение самостоятельной работы учеников;
– знакомство с новыми технологиями и идеями;
– улучшение психоэмоционального состояния учеников.

В заключение следует сказать, что обе описанные в данной статье методики чрезвычайно необходимы в современной системе образования. Благодаря геймификации и адаптивному обучению, упрощается и улучшается процесс получения знаний, повышается уровень образованности среди учеников, повышается квалификация преподавателей. Эти и многие другие преимущества указывают на неотъемлемое использование данных технологий в настоящее время и ближайшее будущее.

Список литературы

1. Боев, В. Д. Компьютерное моделирование систем: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Д. Боев. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 253 с.

2. Черткова, Е. А. Компьютерные технологии обучения: учебник для вузов / Е. А. Черткова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 250 с.

3. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии: учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 397 с.

4. Чернышев, А. С. Методика преподавания психологии. Современные технологии: учебное пособие для вузов / А. С. Чернышев, С. В. Сарычев, Н. Н. Гребеньков; под общей редакцией А. С. Чернышева. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 225 с.

5. Лаврищева, Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 432 с.

6. Коррекционная педагогика в начальном образовании: учебное пособие для вузов / Г. Ф. Кумарина [и др.]; под редакцией Г. Ф. Кумариной. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 285 с.

УДК 316.454.3; 37.013

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОТОВНОСТИ УЧАЩИХСЯ К ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЮ

***Леонтьева Л. Н.**, старший преподаватель,*
Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск, Россия
email: leontievalidi@yandex.ru

***Гурина Р. В.**, доктор педагогических наук, профессор,*
Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск, Россия
email: roza-gurinai@yandex.ru

***Аннотация.** Переход на частичное онлайн обучение образовательных учреждений всех уровней обусловливает актуальность и цель исследования -*

изучение готовности учащихся к онлайн формату. В задачи входило: разработка методики и инструментария исследования, проведение эксперимента и его обработка, анализ результатов. Диагностика осуществлялась с использованием разработанной анкеты-опросника по выявлению возможности получения желаемых результатов образовательной деятельности от онлайн обучения. По результатам опроса выведен интегральный показатель готовности учащихся к онлайн обучению и показатель готовности к полному переходу на онлайн обучение естественнонаучным и гуманитарным дисциплинам. Готовы к онлайн обучению по обоим блокам дисциплин около 43% респондентов, готовы частично 41%, остальные 21% совсем не готовы. Полностью на онлайн обучение готовы перейти 28% респондентов, против полного перехода проголосовало 40%, остальные – за частичное онлайн обучение.

Полученные результаты, составляющие новизну исследования и практическую значимость, позволили сделать вывод: современное поколение выпускников школ цифровой эпохи показывает высокий уровень готовности к онлайн обучению естественнонаучным и гуманитарным дисциплинам.

***Ключевые слова**: онлайн обучение, готовность, показатели готовности, естественнонаучные и гуманитарные дисциплины*

STUDY OF STUDENTS' READINESS FOR ONLINE LEARNING

***Leontieva L. N.**, Senior Lecturer,*
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia, email: leontievalidi@yandex.ru

***Gurina R. V.**, Doctor of Pedagogical Sciences, associate Professor,*
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia, email: roza-gurinai@yandex.ru

***Annotation.** The transition to partial online education of educational institutions of all levels determines the relevance and purpose of the study - to study the readiness of students for online mode. The tasks included: development of research methods and tools, conducting an experiment and processing it, analyzing the results. Diagnostics was carried out using a developed questionnaire to identify the possibility of obtaining the desired results of educational activities from online learning. Based on the results of the survey, an integral percentage indicator of students' readiness for online learning and an indicator of readiness for a full transition to online education in natural sciences and humanities were derived. About 43% of respondents are ready for online training in both blocks of disciplines, 41% are partially ready, the remaining 21% are not ready at all. 28% of respondents are ready to switch to online training completely, 40% voted against the full transition, the rest - for partial online training.*

The obtained results, which constitute the novelty of the research and practical significance, allowed us to conclude: the modern generation of graduates of *schools of the digital era shows a high level of readiness for online training in natural sciences and humanities.*

Keywords: *online learning, readiness, readiness indicators, natural sciences and humanities.*

Введение

Неизбежность перехода на частичное онлайн обучение образовательных учреждений (ОУ) всех уровней определяет ***цель исследования*** – изучение готовности учащихся к онлайн обучению. ***Задачи исследования*** – определение уровней готовности обучаемых к изучению естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в онлайн формате.

Готовность трактуется как «согласие сделать что-нибудь» [7, с. 142]. Важно различать понятия «готовность» и «способность». *Способность* предполагает наличие умения или возможности делать что-либо в определённой предметной области, предрасположенность к определенному виду деятельности. Но здесь есть нюанс, заключающийся в «могу», но «не хочу и не буду». *Готовность* предполагает более деятельностный аспект, изъявление желания – высокую мотивированность к действию, желание его выполнять. Готовность – интегративная характеристика, в структуру которой входят *интересы, склонности, убеждения, намерения* [1]. Современный словарь по педагогике выделяет такие компоненты готовности к школьному обучению: *мотивационная*, *волевая, умственная, коммуникативная и речевая* [6, с.133].

Важность категорий «готовность» и «способность» заключается также в том, что они являются ключевыми характеристиками *компетентности.* И.А. Зимняя отмечает, что «обращает на себя внимание широкая представленность в различных видах компетентности категорий «готовность», «способность», а также фиксация таких психологических качеств как «ответственность» и «уверенность» [3, с.3].

Готовность к онлайн обучению определяется *реализацией намерений, желаний целевых установок* учащегося в качественном получении в формате онлайн ЗУНов и компетенций (глубоких знаний, умений глубоко мыслить, самостоятельно постигать истины, практических и исследовательских умений и навыков и т.д.), а также в реализации в этом формате методологических аспектов обучения, обеспечивающих достаточно качественное объяснение учебного материала, его понимание, достаточный уровень общения с учителем для выяснения непонятных вопросов.

Таким образом, не вызывает сомнения важность и ***актуальность*** исследования готовности учащихся к онлайн обучению. С учетом вышесказанного было проведено анкетирование а середине сентября 2021 года выпускников школ, поступивших на медицинский факультет в УлГУ. Они являлись выпускниками школ и средних специальных ОУ разных регионов России, то есть вчерашними школьниками, которые вынуждены были обучаться частично онлайн в связи с пандемией коронавируса. Всего в исследовании участвовало 93 респондента. Основная масса – выпускники школ г. Ульяновска и Ульяновской области, 23% – других регионов России: Татарстана, Чувашия, Саратовской, Самарской областей, а также республик Таджикистан и Узбекистан.

Методика и инструментарий исследования по определению уровня готовности учащихся к онлайн обучению

С учётом вышесказанного была разработана диагностика: анкеты-опросники по выявлению возможности получения желаемых результатов образовательной деятельности от онлайн обучения. Анкета № 1 предназначалась для определения уровня готовности учащихся к изучению *естественнонаучных дисциплин* в онлайн формате; анкета № 2 содержала те же вопросы и предназначалась для выяснения уровня готовности к изучению *гуманитарных дисциплин*.

В обеих анкетах учащиеся должны были ответить на вопрос:

«**Чему Вы учитесь и что получаете на занятиях естественнонаучного** (анкета № 1) **и гуманитарного (**анкета № 2**) блоков дисциплин в формате *онлайн-обучения?»***.

При этом предлагался следующий список результатов образовательной деятельности из 8 позиций в обеих анкетах**:**

1. Получаю систему глубоких знаний по предметам.
2. Хорошее объяснение, донесение учебного материала до каждого
3. Понимание учебного материала.
4. Учусь глубоко мыслить.
5. Учусь самостоятельно постигать истины.
6. Достаточный уровень общения с учителем.
7. Экспериментальные и практические умения и навыки.
8. Исследовательские умения и навыки в процессе проектной деятельности.

Другое (напишите)……………………………………………

По каждой из 8 позиций позиции респонденты выбирали один из 3–х ответов: **«да», «нет», «частично»**. По каждому их них считалось и суммировалось количество голосов: N – суммарное количество голосов по каждому ответу («да», «нет», «частично»). Максимально возможное суммарное количество ответов N_{max} по всему спектру позиций 1 – 8 равно:

$$N_0 = 8\ n_p = 744,$$

где n_p – количество респондентов - 93. Далее выводился *интегральный показатель готовности к* онлайн-обучению по всему спектру позиций Г для каждого из трёх ответов («да», «нет», «частично») в процентном отношении от максимально возможного количества N_0:

$$\mathbf{Г} = (N/\ N_0\ )\ \text{-}100\ \% = (N/744\ )\ \text{-}100\ \%\ . \qquad (1)$$

А анкете №3 респонденты отвечали на вопрос: **«Хотели бы Вы полностью перейти на онлайн изучение естественно-научных/гуманитарных дисциплин» ?**

По этому вопросу (одна позиция) респонденты выбирали один из 3–х ответов: **«да», «нет», «частично»**. Затем подсчитывалось суммарное количество голосов N по каждому из ответов («да», «нет», «частично»). Максимально возможное количество ответов N_0 на этот вопрос равно числу респондентов $n_{p\,=}$ 93. Далее выводился второй показатель готовности к онлайн-обучению **P** как процент ответов на вопрос от максимально возможного количества N_0:

$$\mathbf{P} = (N/\ N_0\ ) \cdot 100\ \% = (N/\ n_p\ ) \cdot 100\ \% = (N/93\ ) \cdot 100\ \% \qquad (2)$$

Таким образом, анкета-опросник №3 позволила выделить три показателя, отражающие уровни готовности респондентов к *полному переходу на онлайн-обучение* по каждому из трёх ответов*:* P_1 – «да», P_2 – «нет», P_3 – «частично»).

В диагностике использовались фрагменты методик, изложенных в [2, 4, 5].

Результаты исследования и их обсуждение

Совокупность выведенных процентных показателей позволяет с высокой точностью оценить общий уровень готовности опрашиваемых к онлайн-обучению. Результаты опроса позволили вывести интегральный показатель готовности учащихся к онлайн-обучению и показатель готовности к полному переходу на онлайн обучение.

А) Результаты исследования готовности учащихся к онлайн формату обучения

Результаты обработки анкеты № 1 по выявлению готовности опрашиваемых к онлайн-обучению *естественнонаучным* дисциплинам приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты обработки анкеты №1 по готовности к онлайн-обучению *естественнонаучным* дисциплинам. Число респондентов- 93.

Чему учитесь, что получаете на онлайн -занятиях естественнонаучного блока дисциплин?	*«Да»*	*«Нет»*	*«Частично»*
1. Получаю систему глубоких знаний по предметам.	28	17	48
2. Хорошее объяснение, донесение учебного материала до каждого	34	14	45
3. Понимание учебного материала.	41	10	42
4. Учусь глубоко мыслить.	43	17	33
5. Учусь самостоятельно постигать истины.	58	11	24
6. Достаточный уровень общения с учителем	33	36	24
7. Экспериментальные и практические умения и навыки.	25	43	25
8. Исследовательские умения и навыки в процессе проектной деятельности	36	40	17

Суммарное количество ответов N *всех респондентов по позициям* 1 – 8.	298	**188**	**258**
Максимально возможное количество ответов на вопрос по позициям 1 – 8: N_0 = 8-(количество респондентов) = 8·93= 744	744	**744**	**744**
Интегральные показатели готовности к онлайн-обучению Г: процент ответов от максимально возможного количества N_0 =744, % : **Г** = (N/ N_0) -100 %	**Г₁** =40%	**Г₂=25,3%**	**Г₃=34,7%**

Результаты обработки анкет по выявлению готовности опрашиваемых к онлайн-обучению гуманитарным дисциплинам приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты обработки анкеты №2 по готовности к онлайн-обучению *гуманитарным* дисциплинам. Число респондентов – 93.

Чему учитесь, что получаете на онлайн -занятиях гуманитарного блока дисциплин?	*«да»*	*«нет»*	*«частично»*
1. Получаю систему глубоких знаний по предметам.	34	17	42
2. Хорошее объяснение, донесение учебного материала до каждого	40	16	37
3. Понимание учебного материала.	47	5	41
4. Учусь глубоко мыслить.	47	18	28
5. Учусь самостоятельно постигать истины.	58	11	24
6. Достаточный уровень общения с учителем	33	31	29
7. Экспериментальные и практические умения и навыки.	24	32	37
8. Исследовательские умения и навыки в процессе проектной деятельности	27	24	42
Суммарное количество ответов N всех респондентов по позициям 1 – 8.	**310**	**154**	**280**
Максимально возможное количество ответов на вопрос по позициям 1 – 8, N_0 : N_0 = 8- (количество респондентов) = 8·93 = 744	**744**	**744**	**744**
Интегральные показатели готовности к онлайн-обучению гуманитарным дисциалинам, Г– процент ответов от максимально возможного количества, % : **Г** = (N/ N_0)100 % = (N/ 744)100 %	**Г₁ = 41,7%**	**Г₂ =20,7%**	**Г₃ = 37,6%**

Результаты обработки анкет по выявлению готовности к онлайн-обучению 1естественнонаучным и гуманитарным дисциплинам по данным таблиц 1 и 2 иллюстрируются диаграммой рис. 1.

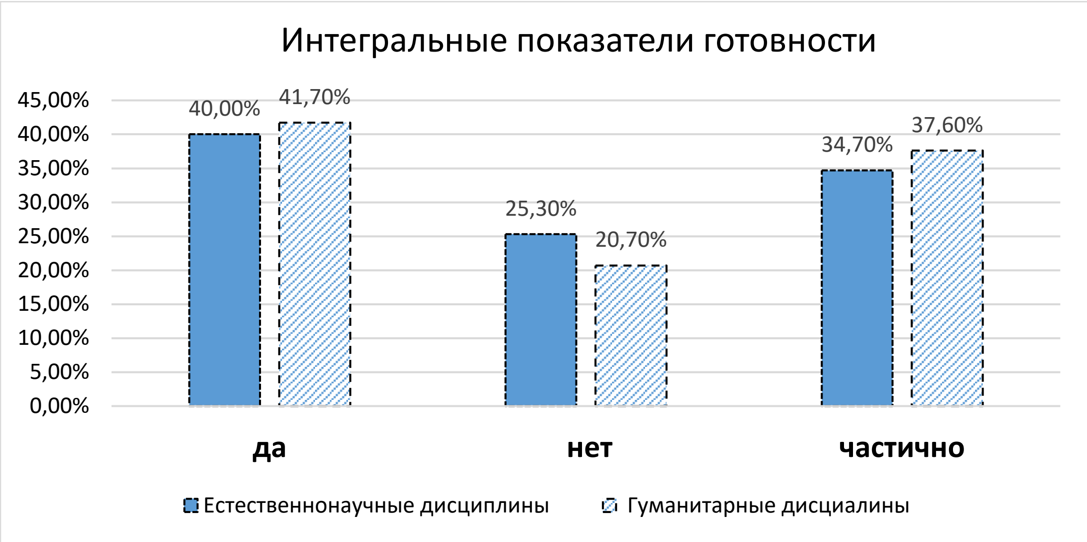


Рис.1, Диаграмма интегральных показателей готовности к онлайн-обучению естественнонаучным ( ) и гуманитарным ( ) дисциплинам

По результатам данных таблиц 1 и 2 и диаграммы рис. 1 можно видеть:

Готовы к онлайн-обучению по обоим блокам дисциплин в среднем 41% респондентов; не готовы 23% и частично готовы 36%. То есть готовы и частично готовы большая часть респондентов – 77% .

Б) Результаты исследования готовности студентов к полному переходу на онлайн-обучение

В анкете №3 респонденты отвечали на вопрос***:*** ***«***Хотели бы Вы *полностью* перейти на онлайн изучение естественнонаучных/гуманитарных дисциплин? Результаты иллюстрируют таблица 3 и рис. 2.

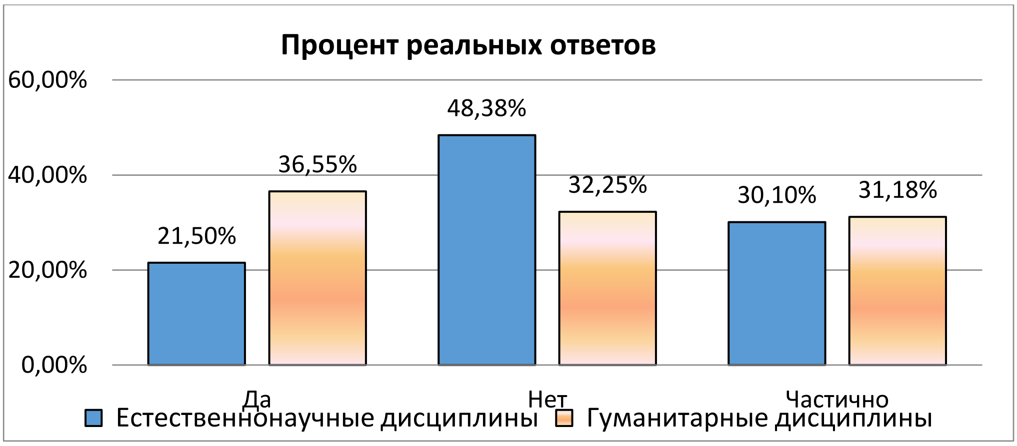


Рис. 2. Диаграммы показателей готовности полного перехода на онлайн-изучение естественнонаучных и гуманитарных дисциплин.

Таблица 3 к анкете №3

Вопрос 1. **Хотели бы Вы полностью перейти на онлайн изучение *естественнонаучных* дисциплин?**	*«Да»*	*«Нет»*	*«Частично»*
Суммарное количество ответов всех респондентов на вопрос, N	20	45	28
Максимально возможное количество ответов на вопрос N_0= 93.	93	93	93
Показатели готовности к онлайн-обучению в полном объёме - процент ответов от максимально возможного количества (93), %: **P** =(N/ 93) 100 %	**P_1=21,50%**	**P_2=48,38%**	**P_2=30,10%**
Вопрос 2. Хотели бы Вы полностью перейти на онлайн изучение *гуманитарных* дисциплин?			
Суммарное количество ответов всех респондентов на вопрос 2	34	30	29
Максимально возможное количество ответов на вопрос N_0= 93	93	93	93
Показатели готовности перехода на онлайн-обучение в полном объёме, % : **P**= (N/ N_0) 100 % = (N/ 93) 100 %	**P_1 =36,55%**	**P_2 = 32,25%**	**P_3 =31,18%**

Показатель готовности к полному переходу на онлайн обучение – процент реальных ответов N респондентов от максимально возможных N_0=93.

Из таблицы 2 и диаграмм рис. 3 можно видеть:

Наблюдается небольшое расхождение в показателях, относящихся к естественнонаучным и гуманитарным дисциплинам. На 15% готовность к переходу на формат полного онлайн обучения гуманитарным дисциплинам больше, чем естественнонаучным (ответ «да»). Полностью на онлайн-обучение готовы перейти в среднем около 28% респондентов (21,5% - к изучению естественнонаучных предметов, 36,6% - к изучению гуманитарных)

Почти половина респондентов – 48,4% не согласны изучать естественнонаучные дисциплины в онлайн формате (ответ «нет»), для гуманитарных дисциплин этот показатель существенно меньше— 32,3%, то есть треть респондентов дали ответ «нет». Это обусловлено спецификой фундаментальных дисциплин – трудностью их восприятия и понимания, а также трудностью адекватного перевода лабораторных и практических видов обучения в онлайн формат.

Примерно одинаковое количество респондентов – около 1/3 – согласны перейти на частичное онлайн обучение (ответ «частично»).

Таким образом, в среднем процент нигилистов, категорически отвергающих онлайн обучение составляет 40,3%. Остальные – большинство – проголосовали за полный или частичный переход на онлайн формат обучения.

Такой процент свидетельствует о том, что у большей части учащихся поддерживается высокий уровень мотивации и готовности к обучению в режиме онлайн.

Выводы

- Высокий уровень готовности выпускников школ и колледжей к онлайн обучению являются адекватной критериальной характеристикой качества обеспечения средних ОУ в онлайн средствах и методиках обучения.
- Проведённое сравнение готовности выпускников школ к онлайн формату изучения гуманитарных и естественнонаучных дисциплин показало, что к изучению последних в онлайн формате учащиеся менее готовы.
- При этом, около 40% респондентов являются противниками полного перехода на онлайн изучения касательно всех дисциплин.
- Однако, средние показатели готовности к онлайн обучению и в сфере естественнонаучных и в сфере гуманитарных дисциплин довольно высоки, несмотря на существенныое изменение всех условий обучения при переходе в онлайн формат обучения.
- Результаты позволяют прогнозировать рост социальной востребованности в онлайн-школах.

Список литературы

1. Горб, В.Г. Основная образовательная программа вуза/В. Г. Горб // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2004. – №2. – С.23-27.
2. Гурина, Р.В. Социально-профессиональная адаптация к условиям вуза как критерий эффективности начальной профессиональной подготовки будущих специалистов-физиков в профильных физико-математических классах/Р. В. Гурина //Психологическая наука и образование.2004. № 3. –С.75-81.
3. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма образования/И. А. Зимняя// Высшее образование сегодня. – 2003. – №5. – С.34-42
4. Леонтьева, Л.Н. Инструментарий оценки удовлетворенности учебной деятельности учащимися в онлайн режиме/Л. Н. Леонтьева//Научный альманах. – 2021. – № 3-1 (77) – С.146-149.
5. Леонтьева, Л.Н. Исследование социально-психологической адаптации школьников к режиму онлайн обучения в период пандемии/Л. Н. Леонтьева// Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации – современные концепции». Том 1. – Москва, 2021. – С.43-50.
6. Современный словарь по педагогике /Сост. Рапацевич Е.С. – Минск: Современное слово, 2001. – 928 с.
7. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка. / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова / РАО. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. – 4-е изд., доп. – М.: Азбуковник, 1997. – 944 с.

УДК 378.147

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Лобанова Н.И., *педагог дополнительного образования,*
Центр Внешкольной работы, г. Зеленокумск
e-mail: lobantchik@yandex.ru

Пучков Н.П., *доктор педагогических наук, профессор,*
Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов
e-mail: puchkov_matematika@mail.ru

Аннотация. *В статье анализируются некоторые проблемы, порождаемые технологией цифровизации математического образования в учебных заведениях. Рассматриваются вопросы рационального использования средств цифровизации при изучении курса «Дифференциальные уравнения», показана роль систем компьютерной математики на практических занятиях по дифференциальным уравнениям. Обсуждается технология разработки комплексных практических заданий, содержащих элементы как традиционных аналитических исследований, так и средств компьютерной математики.*

Показно, что осуществляемая в настоящее время цифровизация не является какой-то самоцелью, следованиям моде, это действенный аппарат (механизм) формирования прописанных в ГОСах компетенций в целях обеспечения возможности решения современных проблем деятельности специалистов. В то же время осуществление цифровизации – достаточно творческий процесс, предполагающий отсутствие действий, нарушающих цели, принципы и традиции действующей образовательной системы, в частности не способствующей превращении математики в вычислительную математику. Этому способствует политика рационального сочетания традиционных и компьютерно-ориентированных методических подходов в профессиональной подготовке обучающихся образовательных учреждений. Отмечен тот факт, что средства компьютерной математики являются для обучающихся более предпочтительными по следующему критерию: они более оперативны для практической деятельности, хотя и согласны с мнением о том, что в процессе аналитического исследования возможно обнаружение свойств (решения), не прописанных в компьютерных программах, и это представляет дополнительный интерес.

Ключевые слова: *цифровизация, дифференциальные уравнения, аналитические методы, компьютерная математика, обучающиеся.*

DIGITALIZATION OF MATHEMATICAL EDUCATION: METHOD OF TEACHING DIFFERENTIAL EQUATIONS

***Lobanova N.I.**, teacher of additional education,*
Center for Out-of-School Work, Zelenokumsk
e-mail: lobantchik@yandex.ru

***Puchkov N.P.**, doctor of pedagogical sciences, professor,*
Tambov State Technical University, Tambov,
e-mail: puchkov_matematika@mail.ru

***Annotation**. The article analyzes some of the problems generated by the technology of digitalization of mathematical education in educational institutions. The issues of rational use of digitalization means in studying the course "Differential Equations" are considered, the role of computer mathematics systems in practical lessons on differential equations is shown. The technology of developing complex practical tasks containing elements of both traditional analytical research and means of computer mathematics is discussed.*
***Keywords:** digitalization, differential equations, analytical methods, computer mathematics, students.*

Введение. В настоящую эпоху цифровизации среди преподавателей математики наблюдаются как приверженцы аналитических методов решения математических задач, так и абсолютных сторонников компьютерной математики, позволяющей более оперативно с высокой степенью наглядности решать многие математические задачи, в том числе и не имеющие аналитического решения. Второй подход находит более успешное признание в среде обучаемых, когда исходную информацию в специальную программу, одним нажатием кнопки можно получить требуемый результат. Это обстоятельство приобретает, зачастую, нежелательные последствия: многие обучаемые занимаются не поиском решения самой математической задачи, а поиском готового решения данного типа задач, а в результате в результате обилие в информационной среде «полуфабрикатов» знаний приводит к разрыву между знаниями и опытом познания. Кроме обозначенной цифровизация несёт с собой и другие проблемы. Например, установлено, что чрезмерное увлечение средствами цифровизации в процессе преподавания математических дисциплин приводит к снижению умственной активности, проявления творческих качеств деятельности и проблемам коммуникации при решении достаточно сложных комплексных задач [1; 5].

Цель исследования: Наличие, как в преподавательской среде, так и между преподавателями и студентами, различных (а, порой, и противоположных) взглядов на методику решения задач математики актуализирует задачу разработки педагогических технологий, которые, используя в полной мере потенциал цифровизации, позволяли бы сохранить на высоком уровне сложившуюся фундаментальность изучаемого предмета, формировать универсальные компетенции и развивать креативность обучающихся как основу их инновационной готовности к профессии, что и составляет цель данного исследования [1].

Методика и организация исследования.

Известный ученый-математик А. Д. Мышкис [3] считал, что необходимо учитывать появление и широкое распространение пакетов прикладных математических программ, поэтому центр тяжести в преподавании математики должен быть смещен в сторону понимания смысла рассматриваемых математических объектов, использования текстовых задач прикладной направленности, которые бы ярко иллюстрировали действенность изучаемых математических методов. Задачи алгоритмического характера – производные, интегралы, дифференциальные уравнения должны быть простыми и наглядными. Главное требование, которое надо предъявлять сегодня к обучающимся – умение составить математическую модель, пусть и несложную, и провести ее исследование [2].

Курс дифференциальных уравнений с одной стороны весьма абстрактен, обладает своей спецификой, своей терминологией, своими моделями, зачастую довольно тонкими, непонятными для обучающихся. С другой стороны, этот курс – один из самых выигрышных в деле осознания будущим специалистом сущности математики, её прикладной направленности.

Пересмотру подлежит содержание, предлагаемых обучающимся практических заданий. Традиционно они берутся из задачников, носят, в основном, вычислительный характер и не отличаются громоздкостью. Это позволяет решить за время занятия несколько задач, привлечь к решению нескольких студентов. Однако, если провести тотальную цифровизацию такого рода заданий, то весьма заметно проявятся все, отмеченные выше недостатки. Поэтому, с целью их недопущения необходимо изменить характер заданий, практиковать выполнение комплексных математических заданий, сочетающих как элементы глубокого теоретического анализа решаемых проблем, применяемых математических методов, анализ их оптимальности и эффективности, так и рациональных алгоритмов цифровых технологий [1;5].

Комплексные задания – это комплекс заданий; их последовательное выполнение определяет алгоритм действий решения всей задачи. При этом рассматриваются не отдельные задачные ситуации, а целые серии математических задач, сюжеты которых построены на описании сторон одного и того же явления. Необходимо пытаться разрешить комплексную педагогическую проблему: показать обучающемуся, что всё в математике можно решить с помощью цифровизации, одновременно продемонстрировать её достоинства [4].

На наш взгляд, такой подход можно реализовать на содержательном материале, включающем знание нескольких разделов курса математики, в частности разделы философии математики, предлагающие предполагающие владение искусством строгих логических рассуждений, так и разделы вычислительной математики, дающие возможность эффективного использования информационных технологий для вычислительных, поисковых операций.

Проектируя содержание задачи следует придерживаться целенапрвленности на формирование способностей выбора обучающимися аналитического и цифрового метода исследования, их рационального сочетания на основе анализа сущности решаемой задачи. Весьма перспективным (и продуктивным) в плане достижения обозначенной цели является учебная деятельность в условиях интеграции математических и информационных компетенций, использования комплексных заданий и практикумов решения квазипрофессиональных задач [1].

Результаты исследования и их обсуждение.

Использование аналитических методов исследования и средств компьютерной математики при решении задач практического применения дифференциальных уравнений.

Задача 1. В бензобаке автомобиля ёмкостью 50 литров осталось 5 литров бензина. Заправочное устройство работает таким образом, что скорость подачи бензина пропорциональна как объёму бензина, находящемуся в бензобаке, так и объёму бензина, необходимого для полной заправки.

Определить полной заправки, если максимальная скорость подачи топлива в бензобак рана 10 л/мин, а возможный недолив в бензобак составляет 0,1 л.

Построить график изменения количества бензина за весь период заправки, а также скорости подачи топлива в бензобак (производительности бензонасоса).

Решение: пусть *x(л)* – объём бензина в бензобаке, *V*=50 л – объём бензобака, тогда $x' = k(V - x) \cdot x,\ x(0) = 5$ – математическая модель процесса заправки, того же вида, что и представленная в задаче 1.

Имеем: *V*=50м, $x(0) = 5$, *v*=10, $\Delta = 0{,}1$.

Тогда $k = \frac{4v}{v^2} = 0{,}016, \varepsilon = \frac{5}{50\cdot 5} = \frac{1}{9}$,

$$x(t) = \frac{1/9 \cdot 50}{1/9 + e^{-0.8t}} = \frac{50}{1 + 9e^{-0.8t}} \qquad (1)$$

$-$ количество бензина в (10) в баке в момент времени *t*.

$$x(t) = \frac{0{,}8 \cdot 9}{(1 + 9e^{-0.8t})^2} \qquad (2)$$

– скорость заправки в момент времени *t*.

$$t_m = \frac{1}{k \cdot S} \ln \frac{1}{\varepsilon} = \frac{1}{0{,}8} \ln 9 = \frac{2{,}1972}{0.8} = 2{,}7465 \text{ (мин)} \approx 2{,}75$$

$$t_s = \frac{1}{k\cdot S} \cdot \ln \frac{49{,}9}{1/9\cdot 0{,}1} = \frac{1}{0{,}8} \cdot \ln 4{,}491 = 1{,}25 \cdot \ln(4{,}491 \cdot 10^3) =$$

$$1{,}25\ (\ln 4{,}491 + 3 \ln 10) = 1{,}25 \cdot (1{,}502 + 3 \cdot 2{,}3) = 10{,}5 \text{ (мин)}.$$

Таким образом, время полной заправки равно 10,5 мин, момент максимума скорости заправки 2,75 мин. Первая половина объёма заправки наполняется заметно быстрее чем вторая, т.к. $x_0 > \Delta$. На основе формул (1) и (2) можно протабулировать функции *x(t)* и *x'(t)*, например, с шагом в 1 минуту.

Таблица 1

t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$x(t)$, л	5	9,91	17,73	27,53	36,57	42,92	46,56	48,39	49,25	49,66	49,25	49,93
$x'(t), \frac{л}{м}$	0,144	6,36	9,14	9,9	7,86	4,85	2,56	1,25	0,59	0,27	0,12	0,05

Кроме того

$$x(t_m) = x(2.75) = 24{,}97$$
$$x'(t_m) = x'(2.75) = 10,$$

т.е. в момент времени 2,75 мин наполняемость составит примерно 25 л (наполовину), а скорость наполнения была максимально возможной - 10 л/мин.

Соответствующие графики $x(t)$ (рис. 1)и $x'(t)$(рис. 2) имеют вид:

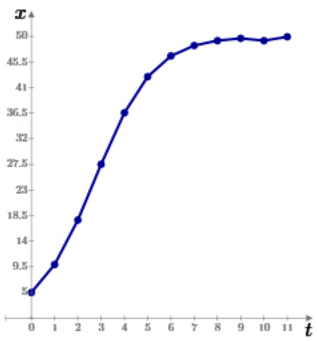


Рис.1

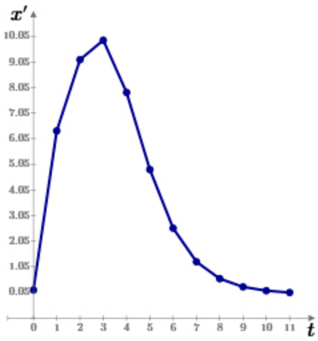


Рис.2

Задача 2. В водоёме можно одновременно выращивать 1000 рыб. В начале полного зарыбывания там находилось 50 рыб. По технологическим требованиям скорость ежедневного зарыбывания должна быть пропорциональна как количеству рыб, находящихся в водоёме, так и количеству рыб необходимому для полного зарыбливания. Опредлить время полного зарыбливания, если максимально возможное количество рыб, выпускаемых в водоём, составляет 150 шт, а минимальное отклонение от номинала зарыбливания (1000 шт) составляет 5 рыб.

Решение. Пусть x(t) количество рыб, находящимся в водоёме, в момент времени t $x_0 = 50$ – их первоначальное количество, N = 1000 – предельное количество, $v_m = 100$ шт/день – максимальная скорость заполнения водоёма рыбой, тогда

$$x' = k(N - x)x, x(0) = 50$$

– краевая задача аналогичная рассмотренным в первом и втором примерах, поэтому имеем:

$$k = \frac{4v_m}{N^2} = \frac{4 \cdot 50}{10^6} = 0.0004;\ \varepsilon = \frac{50}{1000 - 50} = \frac{5}{95} = \frac{1}{19};\ \Delta = 5.$$

$$x(t) = \frac{1/19 \cdot 1000}{1/19 + e^{-0.4t}} = \frac{1000}{1 + 19e^{-0.4t}} \tag{3}$$

– количество рыб в водоёме в момент времени *t*.

$$x'(t) = \frac{0.4 \cdot 19}{(1 + 19e^{-0.4t})^2} \tag{4}$$

– ежедневная скорость зарыбливания водоёма.

$$t_m = \frac{1}{k \cdot N} \ln \frac{1}{\varepsilon} = \frac{1}{0,4} \ln 19 = 2.5 \cdot (0,6419 + 2,3021) = 7,36\ ()$$

$$t_s = \frac{1}{k \cdot N} \cdot \ln \frac{995}{\frac{1}{9} \cdot 5} = \frac{1}{0,4} \cdot \ln(199 \cdot 19) = 2,5\ \cdot (\ln 199 + \ln 19) = \qquad =$$

$$2,5 \cdot (0,6881 + 4,6042 + 2,944) = 20,59\ (\text{дней}).$$

Таким образом, полного зарыбливания составляет 20,5 дней, наибольшее количемство рыб будет выпущено в во водоём в восьмой день. Зарыбить водоём на половину быстрее, чем на вторую половину (т.к. $x_0 > \Delta$).

На основе формул (3) и (4) можно протабулировать функции *x(t)* и *x'(t)*

Таблица 2

t, дни	$x(t)$	$x'(t)$	t, дни	$x(t)$	$x'(t)$
0	50	19	11	811	61,5
1	72,8	27	12	865	46,6
2	104,7	37,5	13	905	34,2
3	148,8	50,1	14	934	24,5
4	206,8	65,6	15	955	17,3
5	280,1	80,6	16	969	11,9
6	351,3	91,1	17	979	8,2
7	463	99,1	18	986	5,5
8	563,6	98,3	19	991	3,7
9	658,3	89,9	20	994	2,5
10	741,8	76,5	21	995,7	1,14

Кроме того

$$x(t_m) = x(7,36) = 489\ (\text{шт})$$
$$x'(t_m) = x'(7,36) = 100,$$

т.е. в момент времени $7,36$ суток в водоёме находилось примерно половина рыб, планируемых к зарыбливанию, и в этот день было выпущено наибольшее допустимое число рыб – около 100.

Соответствующие графики $x(t)$(рис. 3) и $x'(t)$(рис. 4) имеют вид:

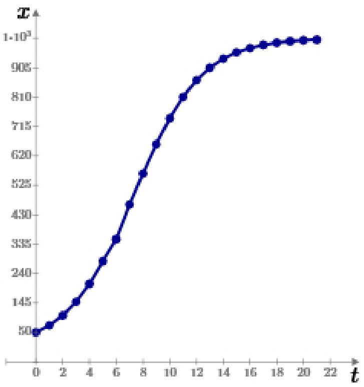


Рис.3

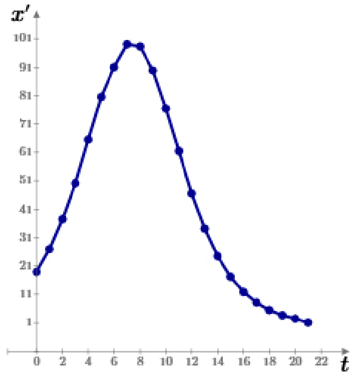


Рис.4

Мы рассмотрели примеры использования дифференциальных уравнений для исследования динамики двух различных процессов (заполнение топливного бака автомобиля, зарыбливание водоёма). Оказалось, что эти различные процессы имеют одну и туже математическую модель – автономное дифференциальное уравнение первого порядка. Аналитическое исследование этого уравнения позволило найти характерные параметры процессов, определить пути их возможной оптимизации, в тоже время применение средств компьютерной математики заметно упростило расчёты, повысило уровень наглядности результатов.

Следует отметить, что в рассмотренных примерах доминирует аналитическое решение, компьютер используется только для вычисления значений функции решения и построения её графика. Такое обстоятельство объяснятся относительной простотой задачи.

С познавательной точки зрения эти два примера продемонстрировали значимость аппарата дифференциальных уравнений как в научных исследованиях, так и в развитии различных компетенций у обучаемых, формирования у них профессионального самоопределения. Эти примеры убеждают, что математике присущи возможности опосредованно способствовать профессиональному самоопределению посредством реализации заданий практико- и профессионально-ориентированного характера, связанного с процессами математического моделирования. Рассмотренные проблемы – образец комплексных заданий.

Выводы. На наш взгляд, на современном этапе цифровизации процесса обучения должно возрастать внимание, как это не покажется странным, к аналитическим методам исследования, в целях предотвратить потери их значимости на фоне всё возрастающих возможностей средств компьютерной математики по упрощению процессов решения математических задач. Обучающимся, под руководством преподавателя, желательно начинать исследование любой математической именно с оценки возможности применять аналитические методы, позволяющие осуществить качественный анализ проблемы, отвечать на всевозможный комплекс вопросов. Задача преподавателя: на доступных для понимания обучающихся примерах продемонстрировать возможности и достоинства аналитических методов, вычленив учебные проблемы, где использование средств компьютерной математики действительно более эффективно [1].

Для обучающихся средства компьютерной математики являются более предпочтительными по следующему критерию: они более оперативны для практической деятельности, хотя и согласны с мнением о том, что в процессе аналитического исследования возможно обнаружение свойств (решения), не прописанных в компьютерных программах, и это представляет дополнительный интерес [1].

Подводя итоги исследования, можно сказать, что осуществляемая в настоящее время цифровизация не является какой-то самоцелью, следованиям моде, это действенный аппарат (механизм) формирования прописанных в ГОСах компетенций в целях обеспечения возможности решения современных проблем деятельности специалистов. В то же осуществление цифровизации – достаточно творческий процесс, предполагающий отсутствие действий, нарушающих цели, принципы и традиции действующей образовательной системы, в частности не способствующей превращении математики в вычислительную математику. Этому способствует политика рационального сочетания традиционных и компьютерно-ориентированных методических подходов в профессиональной подготовке студентов образовательных учреждений. Сформировать навыки такого сочетания возможно выбрав учебный курс. На наш взгляд таким курсом является курс дифференциальных уравнений; использование в процессе его преподавания комплексных заданий заметно способствовало повышению уровня мотивации студентов к изучению математики, формированию способностей рационального выбора математических методов решения производственных задач [1].

Список литературы

1. Лобанова, Н.И. Цифровизация математического образования: преподавание курса «Дифференциальные уравнения»/Н. И. Лобанова, Н. П. Пучков// Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. № 2(80). 2021. С. 138-158. DOI: 10.17277/voprosy.2021.02.pp. 138-158.

2. Марченко, Т.Н. Современные вопросы математического образования студентов технических университетов [Электронный ресурс] / Т. Н. Марченко – Режим доступа: irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_ 64.exe?...2...1...

3. Мышкис, А.Д. О преподавании математики прикладникам/А. Д. Мышкис // Математика в высшем образовании. – Нижний Новгород, 2003. – № 1. – С. 37–52.

4. Пучков, Н.П. Интеграция компетенций как механизм разрешения некоторых проблем цифровизации образования / Н. П. Пучков, С. И. Тормасин

//Проблемы теории и практики обучения математике: сб. науч. тр., представленных на Междунар. науч. конф. «73 Герценовские чтения» / под ред. В. В. Орлова. – СПб. : Изд-во РГПУ им. Герцена, 2020. – С. 59 – 62.

5. Пучков, Н.П. К вопросу рационального использования средств цифровизации при изучении курса «Дифференциальные уравнения» / Н.П. Пучков, Т. Ю. Забавникова, Н. И. Лобанова // Математика – основа компетенций цифровой эры : материалы XXXIX Междунар. науч. семинара преподавателей математики и информатики ун-тов и пед. вузов, 01–02 октября 2020 г., Москва. – М., 2020. – С. 328 – 331.

УДК 330

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ ОС WINDOWS

***Лорсанова З. М.**, старший преподаватель кафедры*
«Прикладная математика и компьютерные технологии»
институт математики, физики и информационных технологий
«Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», г. Грозный
e-mail: lorsanova.zarina@mail.ru

***Юсупова А. В.**, студент 4 курса направления подготовки*
«Прикладная математика и информатика» институт математики,
физики и информационных технологий
«Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», г. Грозный
e-mail: yusupova009@mail.ru

***Аннотация.** Проблема защиты информации существовала с давних времен. Уже тогда люди разрабатывали способы защиты информации. Несомненно, эти способы защиты информации развивались со временем и становились более надежными и эффективными.*

Актуальность темы этой статьи заключается в том, что вопросы защиты информации и безопасности сети всегда были и есть очень важными. Это одни из главных элементов ее надлежащего функционирования. Способы и средства такой защиты информации должны постоянно улучшаться, пока существуют угрозы безопасности информации в сетях.

***Ключевые слова**: операционная система, защита информации, антивирусные программы, ОС Windows.*

DEVELOPMENT OF SECURITY TOOLS FOR ENTERPRISE NETWORK BASED ON WINDOWS OS

***Lorsanova Z. M.**, Senior Lecturer, Department of Applied Mathematics and Computer Technology Institute of Mathematics, Physics and Information Technology*
Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny
e-mail: lorsanova.zarina@mail.ru

***Yusupova A.V.**, student of the 4th training course "Applied Mathematics and Computer Science"*
Institute of Mathematics, Physics and Information Technology
Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny
e-mail: yusupova009@mail.ru

***Abstract.** The problem of protecting information has existed for a long time. Even then, people were developing ways to protect information. Undoubtedly, these methods of protecting information have evolved over time and become more reliable and effective.*

The relevance of the topic of this article lies in the fact that the issues of information protection and network security have always been and are very important. These are one of the main elements of its proper functioning. Methods and means of such information protection should be constantly improved as long as there are threats to the security of information in networks.

***Keywords**: operating system, protection of information, antivirus programs, Windows OS.*

Операционные системы приобрели современный облик во время разработки третьего поколения вычислительных машин, то есть с середины 60-х до 1980 года. За это время было достигнуто значительное увеличение нагрузки на процессор за счет реализации многозадачности. Самая распространенная операционная система – Windows. Пользователи предпочитают её из-за своей простоты, удобства, неплохого интерфейса, и высокой производительности, также у этой ОС есть много прикладных программ.

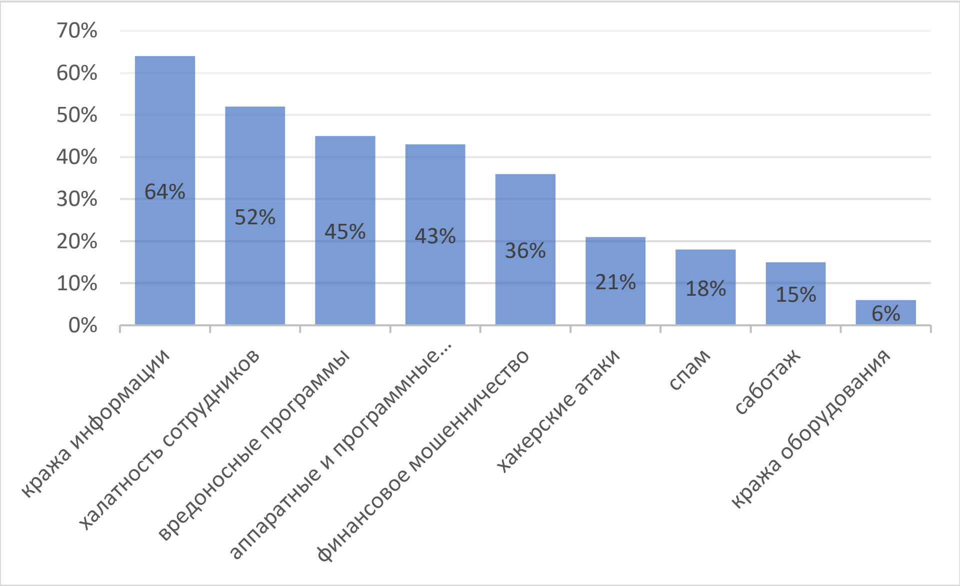
В наше время особую роль играет безопасность персонального компьютера. Хорошая система безопасности защищает ресурсы от нежелательного доступа злоумышленников и обеспечивает максимальную защиту от возможных угроз.

Угрозы информационной безопасности (ИБ) представляют собой потенциально возможные события, процессы или действия, которые могут нанести вред информационным и компьютерным системам. Все эти возможные угрозы можно разделить на следующие типы:

- естественные;
- искусственные;
- преднамеренные;
- непреднамеренные.

К естественным можно отнести природные явления (например, ураганы, наводнения, пожары). К искусственным относят угрозы, зависящие от человека. Они могут быть преднамеренными и непреднамеренными. Непреднамеренные угрозы бывают из-за неосторожности, невнимательности и незнания. Например, установление программы, которая не является необходимой и в последующем будет нарушать работу системы. Это приводит к потере данных. Преднамеренные угрозы, в отличие от непреднамеренных создаются намеренно. Это атаки злоумышленников как извне, так и внутри предприятия. Итогом реализации этого вида угроз будет утрата денег и интеллектуального состояния организации.

Приведем график наиболее опасных угроз ИБ.



Также, на сегодня, существуют много различных вирусов.

Компьютерный вирус, по сути своей, представляет собой разновидность компьютерных программ, т.е. **вирус** – это небольшая программа, которая предназначена для осуществления каких-либо действий. Они отличаются друг от друга механизмом распространения и принципом действия. Их можно разделить на следующие группы:

- по среде обитания;
- операционной системе (ОС);
- особенностям алгоритма работы;
- деструктивным возможностям.

Самой популярной является классификация по среде обитания. Её можно разделить на:

- файловые;
- загрузочные;
- макровирусы;
- сетевые.

Приведем следующую схему:

Конечно же, эти схемы не считаются единственно возможными, существуют ещё много схем типизации вирусов. Однако именно эта классификация считается базовой.

Если на компьютер попал вирус, необходимо знать, как его выявить. К внешним сигналам можно отнести вывод на экран непредусмотренных сообщений или изображений, исчезновение файлов и каталогов или искажение их содержимого, нередкие зависания и нарушения в работе компьютера, медленная работа компьютера и т.д.

Однако не все эти действия могут быть вызваны вирусом. Это может быть обусловлено другими причинами. Поэтому правильное исследование состояния компьютера бывает затрудненной и требует помощи вспомогательных программ.

Для защиты от компьютерных вирусов могут использоваться общие методы и средства защиты информации, специализированные программы для защиты от вирусов, а также предупредительные меры, которые помогают уменьшить вероятность заражения вирусами.

Выделяют следующие способы защиты информации: надежные пароли, шифрование данных, установка пароля на BIOS или жесткий диск, использование протокола HTTPS, защита беспроводных сетей, а также системы родительского контроля.

Самым простым способом защиты информации считают использование надежных паролей. Надежным является пароль, который состоит из сложных комбинаций: большие и маленькие латинские буквы, цифры и служебные символы.

Вторым по простоте способом можно считать шифрование данных. Суть этого способа заключается в том, чтобы представить информацию в виде, отличном от первоначального. Не зная специального ключа шифрования невозможно определить его первоначальный вид.

Установка пароля на BIOS или жесткий диск предоставляет ещё большую защиту данных. Установив код доступа для накопителя через BIOS/UEFI, пользователь делает его бесполезным в руках злоумышленника. Даже после извлечения жесткого диска (ЖД) из корпуса ПК и подключения к другому устройству, невозможно получить доступ к данным. Попытка разблокировать накопитель с помощью «мастер-ключа» уничтожит данные.

Использование протокола HTTPS снижает риск перехвата информации. Именно этот протокол используют сайты интернет-магазинов, банки, а также платежные системы. Через незащищенную сеть Wi-Fi злоумышленник может проникнуть к содержимому накопителей. Для избегания этого следует установить метод шифрования данных WPA/WPA2 и поставить сложный пароль. А для ребенка можно создать учетную запись с ограниченными правами доступа.

Также существуют специальные программы, которые используют для обнаружения и уничтожения компьютерных вирусов. Они называются **антивирусными**.

Наиболее распространенными, в данное время, являются антивирус Avast, антивирус Касперского, антивирус Dr.Web, Symantek Antivirus, антивирус McAfec и антивирус AntiVir Personal Edition. Эти антивирусы работают незаметно, простые в использовании, а также сохраняют высокую производительность компьютера.

Среди этих антивирусов особое внимание уделим антивирусу Avast. Этот антивирус, на мой взгляд, подходит как для продвинутых пользователей, так и для новичков. Активацию для покупки он не требует, потому что он бесплатный. По сравнению с платными, он работает с ними наравне, и у него есть все функции, что и у платного антивируса. Компьютер он не нагружает, его без каких-либо проблем можно установить на старенький компьютер. Установка Avast очень простая. Сначала открываем интернет браузер и в поисковой системе пишем «Avast», переходим на официальный сайт avast.ru, нажимаем на большую зеленую кнопку «скачать бесплатную защиту». Далее открываем скачанный файл, запускаем, выбираем минимальную защиту в настройках. Выбираем нужные для компьютера функции и устанавливаем. И можно преступить к первому сканированию. Этот антивирус может самостоятельно проанализировать все установленные на ПК приложения и покажет перечень программ, версии которых устарели и склонны к уязвимостям.

Таким образом, не существует стопроцентно надежного способа защиты информации. Каждый из этих способов не только является надежным, но и обладает некоторыми недочетами. Поэтому необходимо комбинировать их и получить более высокий уровень безопасности, чтобы свести риск потери к минимуму.

Список литературы

1. Лясин, Д.Н. Методы и средства защиты компьютерной информации/Д. Н. Лясин, С. Г. Саньков: учебное пособие – Волгоград, Издательство ВолгГТУ РПК "Политехник", 2005г.
2. Шаньгин, В.Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей/В. Ф. Шаньгин: учебное пособие – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2011. – 416с.
3. [https://www.avast.ru/index#pc]
4. [https://www.anti-malware.ru/threats/information-security-threats]
5. [https://blog.priceok.ru/obzory/7-sposobov-zashhity-informacii-na-kompyutere/]

УДК 004

ОБУЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИЙ В ШКОЛЕ В 7-9 КЛАССАХ

Магамедова Д.М., *ассистент*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
mdzhanet@list.ru

Межидова Х.Х., *студент,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный

Аннотация. *С развитием информационных технологий современное общество насыщено потоком информации, к тому же объем получаемых и доступных данных увеличивается с каждым годом. Появляются новые курсы и направления по обучению работе с информацией. Помимо самой речи докладчика, очень важно правильно преподносить информацию, тем самым раскрывая тему выступления целевой аудитории. Презентации нужны для того, чтобы визуализировать выступление докладчика и сделать его более наглядным, подкрепив доклад картинками, графиками, диаграммами, таблицами, аудио и видео материалами. В настоящее время существует множество разнообразных программ для создания презентаций. В теме статьи будет рассматриваться привычная и всем известная программа Microsoft Office PowerPoint, приведены дополнительные ресурсы, к которым может обратиться педагог в своей работе.*

Ключевые слова: *презентация, графический редактор, шаблоны, слайды, мультимедийное сопровождение, диаграммы, программное обеспечение*

TRAINING THE USE OF PROGRAMS FOR CREATING PRESENTATIONS IN SCHOOL IN 7-9 GRADES

Magamedova J. M. *Senior Lecturer*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: mdzhanet@list.ru

Mezhidova Kh. Kh., *Student, Chechen State Pedagogical University, Grozny*

Abstract. *With the development of information technologies, modern society is saturated with the flow of information, besides, the volume of received and available data is increasing every year. New courses and directions for training in working with information appear. In addition to the speaker's speech itself, it is very important to correctly present information, thereby revealing the topic of the speech to the target audience. Presentations are needed in order to visualize the speaker's speech and make it more visual, supporting the report with pictures, graphs, diagrams, tables, audio and video materials. Currently, there are many different programs for creating presentations. In the topic of the article, the familiar and well-known Microsoft Office PowerPoint program will be considered, additional resources are given that the teacher can refer to in his work.*

Keywords: *presentation, graphic editor, templates, slides, multimedia support, diagrams, software*

С давних времён ценилось умение правильно, кратко, понятно и красноречиво доносить свои мысли людям. В своё время ещё Аристотель сказал, что «… риторика – это наука убеждать». С развитие информационно-коммуникационных технологий общество вновь обращается к вопросам риторики. На сегодняшний день навыки ораторского искусства сочетают с различными видами презентации. Мультимедийное сопровождение к докладам и любым выступлениям стало одной из неотъемлемых частей в нашей жизни, и они широко применяются в разных отраслях человеческой деятельности. Есть острая необходимость в обучении подрастающего поколения пользовательским навыкам создания презентаций.

Ученики старших классов довольно быстро осваивают технологии, которые им интересны. Большая часть из них хорошо разбирается в том программном обеспечение, которое применяется в игровой сфере. Например, ребята часто применяют программу ArtMoney в игровых приложениях. Несмотря на это, обучающиеся школ слабо подготовлены для работы с офисными программами. Роль педагога заинтересовать и активно внедрять применение учебного программного обеспечения в образовательный процесс. Например, продемонстрировать как можно быстро решить задание по математике с помощью электронной таблицы MS Excel или математических пакетов, организовать красочное выступление с докладом на уроке истории с презентацией в программе MS PowerPoint, создать макет сертификата или грамоты в программе Publisher.

Презентация чего-либо – есть информация по какому-то событию или объекту, описание нового проекта или коммерческое предложение, где есть идеи автора, которую он доносит до целевой аудитории. Кроме того, в**изуальные презентации**, в которых имеются изображения, графические объекты, диаграммы, схемы и рисунки преподносят материал в интересном восприятии для учащихся школ. В век информационных технологий, все тяжелее привлечь и удержать внимания людей, тем более представителей младшего поколения. В этом случае роль визуализации значительно возрастает. При правильно подходе к процессу создания презентаций, учитывая время и количество слайдов ученики учатся структурировать информацию, абстрагируясь от лишнего и сосредотачиваясь на выступления.

Программа Microsoft PowerPoint предоставляет пользователю большое количество шаблонов презентаций на различные темы. Такие шаблоны содержат слайды, оформленные определённым образом. В поле слайда можно вставить текст, графику, таблицы, диаграммы, изменять художественное оформление в соответствии шаблоном презентации. При этом изменится только дизайн презентации, но не содержание. Важно продемонстрировать данные возможности учащимся при работе с программой и ознакомить их со следующим алгоритмом подготовки к выступлению:

1. собрать материал (фото, видео, музыка, тексты);
2. создать папку и поместить в неё собранный материал;
3. продумать дизайн (оформление, расположение материала на слайдах) и определить примерное количество слайдов;
4. создать презентацию MS PowerPoint
5. учитывать важность правильного оформления трёх стандартных для любого вида презентации слайдов: титульного, содержания и заключительного (выводы, пожелания и т.д.).

Учитель должен донести до ребят, что перед созданием презентации на компьютере им необходимо определить цель, базовое содержание, графическое и творческое оформление работы. Ученики должны отчётливо представлять выполнение следующих действий: как подать информацию наиболее эффективно, как правильно распределить материал (грамотное изложение фотографий, схем, рисунков, диаграмм), что будет входить в содержание слайдов, как оформить графически каждый слайд, как ссылается на источники информации (ресурсы Интернета и прочее). Важным представляется и творческое оформление презентации, так как сочетает общий стиль работы с элементами авторского оформления (собственное видения ребят по теме).

Для чего необходимы эффекты мультимедиа в презентациях, такие как: графики, анимации, видео, звук, навигация: наличие оглавления, доклад на заданную тему с использованием презентации. Каждый педагог должен понять важность сочетания организации выступления с визуализацией темы и доносить это до учащихся. Можно использовать следующую рекомендацию для учеников по теме «Как сделать презентацию в PowerPoint»:

1. Откройте пустую презентацию снова или начните с уже созданной;

2. Выберите «тему» или создайте свою («Файл» ->«Создать»);
3. Меняйте дизайн слайдов, один и тот же оформление слайдов с различным содержанием, как правило, может утомить аудиторию;
4. Используйте функцию дублирования слайдов, чтобы сэкономить время;
5. Добавьте эффектные переходы к слайдам. При правильном выполнении переходы могут добавить вашей презентации немного движения и зрелищности;
6. Добавьте анимацию на слайды (необязательно). Как и переходы, анимация может добавлять движение, раскрывать информацию и помогать подчёркивать моменты, которые вы хотите затронуть во время выступления. Чтобы оживить элемент, выполните необходимо выбрать элемент, который вы хотите анимировать, щёлкнув по нему, перейти к пункту «Анимация» на верхней ленте. У вас будет возможность выбрать один из нескольких эффектов, отображаемых на ленте. Щелчок по одному из них даст вам предварительный просмотр. Чтобы настроить анимацию, выберите «Параметры эффекта». Чтобы удалить анимацию, щелкните на ленте «Нет»;
7. Сохраните презентацию;
8. Запустите презентацию. Всегда полезно провести пробный запуск, чтобы убедиться, что слайды настроены правильно, а анимация срабатывает так, как вы от них ожидаете. Чтобы представить PowerPoint, перейдите на вкладку «Слайд-шоу» и нажмите «Воспроизвести с начала». Слайд покроет весь экран, блокируя рабочий стол и программное обеспечение PowerPoint. Это сделано для того, чтобы ваша аудитория (в данном случае вы для пробного запуска) была сосредоточена исключительно на визуальных элементах вашей презентации;
9. Продвиньте слайды. Когда вы закончите работу с одним слайдом и захотите показать следующий в своей последовательности, щелкните мышью в режиме презентации. Это продвинет слайд.

Для самостоятельного изучения ребятам можно порекомендовать интересные видеоподкасты о создании презентаций. В качестве дополнительного материала могут служить вспомогательные сайты для чтения небольшого курса лекций по обучению учащихся созданию презентаций:

1. https://online.uspu.ru/courses/edu/2-all/2-presentations;
2. https://www.lektorium.tv/presentation-design;
3. https://universarium.org/course/753.

В описании к первому электронному курсу приводится следующее: «…направлен на овладение навыками и умениями эффективно создавать мультимедийное сопровождение в ходе выступления учениками как наглядное пособие (учебные презентации)». Второй электронный курс (https://www.lektorium.tv/presentation-design) предоставляет возможность узнать о 40 различных способах визуализации данных в рамках единого стиля презентаций, научиться работать со шрифтами и цветовыми гаммами, создавать инфографику и познакомиться со множеством видов графиков и обработки изображений. Однако обучение возможно только при регистрации на Лекториуме и запись на курс. Прохождение уроков курса сопровождается видеоматериалами и дополнительные сообщениями, которые предполагают тренировку навыков путём тестирования после видеолекций. В курсе нет строгих дедлайнов: можно начать учиться в любое время и выбрать удобный темп. По завершению курса выдаётся сертификат Лекториуме, который для учащихся станет вкладом в портфолио.

В третьем электронном ресурсе (https://universarium.org/course/753) авторы также знакомят обучающихся с основами MS PowerPoint, правильного структурирования большого объёма информации, работы с анимацией и композицией, построения сложных графиков, создания ярких резюме и портфолио Курс состоит из 8 модулей:

1. сетка и композиция;
2. типы слайдов;
3. фон (цвет и текст);
4. отображение данных;
5. изображения;
6. схемы;
7. таблицы;
8. анимация.

К каждому модулю прилагаются учебные файлы-шаблоны в ppt для выполнения практических занятий. Первый модуль самый короткий «Сетка и композиция». В остальных модулях задания сложнее и сами модули длиннее.

Глобальная информатизация, потоки данных – это наша сегодняшняя реальность. Несмотря на то, что взрослые умеют сортировать поступающую информацию, у них могут быть сложности с часто обновляемым программным обеспечением и с освоением аппаратных средств. Учащихся школ более динамичны в этом вопросе, но возможны проблемы в распределении информации на полезную и менее полезную. Во все времена было важным помочь подрастающему поколению выбрать правильное направление, развить необходимые навыки. Презентации созданы для упрощения выступлений с наглядным представлением, а также способствует саморазвитию критического мышления учеников и развитию их творческой составляющей. С их применением отпала необходимость в распечатке огромного количества документаций с целью показать всем графики, таблицы и прочие сведения которые необходимы для выступления.

Список литературы

1. Воронец, М.В. Техника публичных выступлений: учебное пособие /М. В. Воронец – Барнаул: Алтайский государственный педагогический университет, 2020. — 151 с. — ISBN 978-5-88210-975-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/108864.html

2. Кармин, Г. Презентации в стиле TED: 9 приемов лучших в мире выступлений / Г. Кармин – Москва: Альпина Паблишер, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-9614-4899-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/86847.html

3. Маслова, Т.А. Воспитание в обучении. Эмоционально-ценностный аспект образования школьников: учебное-методическое пособие /Т. А. Маслова — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 207 с. — ISBN 978-5-4487-0523-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/85785.html

4. Решетникова, Е.В. Деловая риторика: учебное пособие для СПО / Е. В. Решетникова – Саратов: Профобразование, 2021. — 100 с. — ISBN 978-5-4488-1171-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/106612.html

5. Спиридонов, О.В. Современные офисные приложения/ О. В. Спиридонов: учебное пособие – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 693 с. — ISBN 978-5-4497-0937-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/102064.html

6. Темирболат, А.Б. Риторика. Основы ораторского искусства : учебное пособие /А. Б. Темирболат – Алматы : Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2018. — 144 с. — ISBN 978-601-04-3314-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/93760.html

УДК 608

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИЙ СЕТЕЙ CISCO

Магамадов М.А., с*тудент группы ПИ-20 ФМФ*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: miss.aza1988@mail.ru

Магомадов З.С., с*тарший преподаватель кафедры ПИ ФМФ*
Чеченский государственный педагогический университет, г.Грозный
*e-mail**:** mzs-70@mail.ru*

Аннотация. *В статье представлена технология построения сетей Cisco и использование информационной системы для обучения по технологиям Cisco.*

Ключевые слова: *сети, технологии, операционная система, оборудование, информационные системы.*

FUNDAMENTALS OF CISCO NETWORKING

Magomadov M.A., *student of PI-20 FMF group*
Chechen State Pedagogical University, e-mail: miss.aza1988@mail.ru

Magomadova Z.S., *Senior lecturer of the Department of PI FMF*
Chechen State Pedagogical University, e-mail: mzs-70@mail.ru

Annotation. *The article presents the technology of building Cisco networks and the use of an information system for training on Cisco technologies.*
Keywords: *networks, technologies, operating system, equipment, information systems.*

Cisco Systems была основана в калифорнийском Менло-парке. Это произошло в декабре 1984 г. Ее основателями стали супруги Леонард Бозак и Сандра Лернер, работавшие в Стэнфордском университете.

Бозак был сотрудником кафедры компьютерных наук, где заведовал лабораторией. Лернер трудилась в Высшей Школе Бизнеса, и занималась мониторингом работы компьютеров. Леонард Бозак разработал метод интеграции двух локальных вычислительных сетей, а затем реализовал его на работе вместе со своей женой.

После разработки новой технологии супруги пытались продать ее компьютерным компаниям, однако их работа не вызвала интереса. Бозак и Лернер решили организовать собственное дело и создали Cisco Systems, в основу которого легла новая технология. Она получила свое название по ассоциации с сокращенным наименованием города Сан-Франциско.

Учитывая то, что Бозак создал новую технологию во время работы в Стэнфорде, со стороны университета возникали попытки на получение от его компании лицензионных платежей в размере 11 млн. долларов. В итоге сумма компенсации оказалась меньше – 150 000 долларов. Также университет получил бесплатные услуги поддержки и машрутизаторы [1].

Поначалу бюджет предприятия был ограничен. Для успешного управления компанией супругам приходилось закладывать собственный дом, задерживать заработную плату своим сотрудникам. Чтобы обеспечить семье достойное существование, в первые два года им приходилось искать дополнительный заработок.

В качестве основных продуктов молодая компания предлагала маршрутизатор шлюза и аппаратное обеспечение fusion. У последнего имелось программное обеспечение software, способное автоматически определять, какой маршрут лучше всего станет передавать по сетям данные.

У маршрутизаторов Cisco Systems имелась способность поддерживать несколько стандартных протоколов передачи данных. С их помощью объединялись многие типы сетей и разные архитектуры. Это обеспечивалось персональными компьютерами, с которыми могли совмещаться компьютеры Apple Macintosh, рабочие станции UNIX и универсальные компьютеры IBM [одиннадцать].

В 1986 г. состоялась презентация первого продукта от молодой компании – маршрутизатора для пакета протокола TCP / IP (TCP / Internet Protocol). Cisco стала первой организацией, которая стала осуществлять на коммерческой основе поставки мультипротокольных маршрутизаторов.

Через год владельцами Cisco Systems было принято решение о ежемесячных продажах маршрутизаторов на сумму 250 000 долларов. Летом 1987 г. в компании трудилось менее 20 сотрудников. В этот период от продаж удалось выручить 1,5 млн. долларов.

Первыми покупателями маршрутизаторов стали центры исследований, университеты, правительственные организации. Для связи с программистами и инженерами применялся ARPANET, ставший предшественником современного Интернета.

В 1988 г. планировались продажи маршрутизаторов корпорациям, пользующимся различными сетями. Для этого были разработаны роутеры, стали поддерживаться новые протоколы связи. Cisco Systems стала занимать лидирующее положение среди производителей аналогичной продукции, поскольку ее маршрутизаторы поддерживали максимальное количество протоколов.

Конец 80-х гг. прошлого столетия ознаменовался началом развития коммерческого рынка межсетевого взаимодействия. В этот период компания Cisco Systems, чьи маршрутизаторы отличались высокой производительностью и имели приемлемую стоимость, стала значительно опережать своих конкурентов.

Несмотря на активные продажи, развивающейся компании требовались инвесторы. В 1988 г. ее создатели попросили о поддержке Дональда т. Валентайна из Sequoia Capital, который согласился стать инвестором при условии обладания контрольным пакетом акций Cisco. Валентайн сделал генеральным директором компании Джона Моргриджа.

На протяжении нескольких лет Моргридж исполнял в GRiD Systems Corp обязанности директора производителя ноутбуков, работал в Stratus Computer вице-президентом по продажам и маркетингу. Он сумел заменить предыдущих сотрудников Cisco, которых Бозек и Лернер изначально назначили на должности менеджеров.

Он приступил к созданию отдела продаж, ориентированного на поиск корпоративных клиентов. Сначала это были отделы исследовательских компаний с крупными внутренними сетями. Затем крупные корпорации заинтересовались представленным продуктом и начали массово подключать его к компьютерным системам компании.

В феврале 1990 г. Cisco получила статус акционерного общества и приступила к продаже своих акций. Летом 1990 г. в компании работало уже 254 сотрудника, а чистая прибыль составляла 13,9 млн. долларов.

При Моргридже научным руководителем компании стал Бозак, а Лернер получила должность главы департамента. Известно, что между ним и Лернер возникли напряженные отношения, поэтому ее уволили летом 1990 г. Вскоре покинул Cisco и Бозак [2].

После прекращения работы в компании супруги занялись продажей своих акций, за которые получили 100 миллионов долларов. Значительные суммы они передали на благотворительность.

Со временем Cisco приобрела огромную клиентскую базу. В этот период остро стоял вопрос создания качественной службы поддержки.

В связи с активным расширением рынка происходил быстрый рост компании. В начале 1990 г. во всех компаниях устанавливались локальные вычислительные сети (LAN). Расширялся потенциальный рынок для объединения этих сетей. Cisco резко увеличила объем продаж. В 1992 г. чистая прибыль организации выросла с 43,2 млн. долларов почти вдвое[3].

В 1992 г. Cisco оказалась второй в списке наиболее активно развивающихся американских компаний. Ей удалось стать ведущим поставщиком маршрутизаторов шлюза и оказывать серьезное влияние на рыночную ситуацию.

Продукция Cisco не распространялись в IBM System Network Architecture (SNA), которая являлась для компьютеров IBM собственной сетевой структурой. Такая ситуация сохранялась вплоть до 1992 г. Осенью этого же года 1992 IBM приступила к лицензированию расширенного однорангового сетевого протокола (APPN), используемого для SNA. Для его качественной поддержки Cisco предложила конкурирующий продвинутый одноранговый протокол межсетевого взаимодействия (APPI). Реализовать такие намерения не удалось.

В период расцвета Cisco Systems распространение коммуникационных технологий расширялось с каждым днем. В список своей продукции компания включила новые возможности обработки протокола. Осенью 1992 г. были представлены технология FDDI и маршрутизатор Marker Ring, обладавший многими усовершенствованиями. На японском рынке появился маршрутизатор ISDN от Cisco.

Летом 1993 г. Cisco решила прекратить разработку конкурирующего протокола. Причиной этого стала позиция IBM, согласно которой APPN предстояло стать более открытым протоколом для работы с продукцией многих производителей. После этого Cisco продолжила работу с IBM, направленную на определение стандарта APPN. В этот период компания обзавелась лицензией, позволяющей использовать технологии APPN.

Технология ATM (асинхронного режима передачи данных), ставшая новым стандартным многопротокольным методом передачи данных, вызвала у Cisco определенные затруднения. Она представляла собой технологию коммутации ячеек, позволяющую передавать различную информацию без маршрутизаторов.

В 1993 г. Cisco, AT & T и StrataCom начали разрабатывать стандарты, требуемые для функционирования банкоматов в рамках сетей Frame Relay. В это время был основан форум ATM. Компания Cisco стала одним из четырех его организаторов, занимавшихся созданием и внедрением обновленных стандартов.

С февраля 1993 г. Cisco стала включать ATM в протоколы, поддерживающие выпускаемую продукцию. Спустя год компания представила свой первый коммутатор ATM.

В январе 1993 г. был представлен маршрутизатор Cisco 7000, ставший новым флагманским продуктом. От уже существующего маршрутизатора компании он отличался более высокой производительностью AGS +, превосходящей предыдущую вдвое.

Летом 1993 г. было представлено семейство маршрутизаторов Cisco 2000 – новая, более дешевая производственная линия. Она адресовалась компаниям, нуждающимся в подключении отдельных сотрудников или небольших подразделений, но не желающих расходовать средства на премиум-версию. Этот период также ознаменовался созданием первой сети, включающей в себя свыше 1000 маршрутизаторов.

Отмечался постоянный рост объема международных продаж. В 1991 г. этот показатель составил 35,6%, годом позже достиг 36%. В 1993 г. данная цифра выросла до 39%, в 1994 г. – до 41,9%. Преимущественно Cisco задействовала в международных продажах дистрибьюторов. Это отличало ее от остальных американских компаний, в которых продажи чаще всего выполняли конечные пользователи [1].

В рассматриваемый период Cisco приступила к постоянным продажам своих технологий – программного обеспечения, телефонных компаний. Это происходило по причине того, что благодаря дерегулированию телефонных провайдеров США удавалось осуществлять более активную передачу разных типов данных и большего числа сервисов. Между Cisco и MCI International было заключено маркетинговое соглашение, позволяющее интегрировать маршрутизаторы Cisco в непрерывные сети передачи данных посредством телефонных линий.

Год 1992 ознаменовался составлением новых дистрибьюторских соглашений. Они заключались между Cisco, Bell Atlantic Corp.и U. S West Information Systems Inc. В 1993 г. Cisco подписала маркетинговые соглашения с Pacific Bell. После этого Cisco стала отводиться роль ведущего поставщика маршрутизаторов для сетевых систем Pacific Bell.

В тот же период Cisco приступила к сотрудничеству с наиболее крупными телекоммуникационными компаниями из Европы и подписала с ними ряд контрактов. British Telecom стала клиентом компании, производящей для Cisco оригинальное оборудование, применяемое в разных видах продукции (OEM). Кроме этого было налажено сотрудничество с рядом европейских телекоммуникационных организаций, среди которых значились французская компания Alcatel и немецкий Siemens A. G. В 1992 г. продукция Cisco стала продаваться в Италии. Продажами занималась итальянская компания Olivetti, которая осуществляла такую деятельность в соответствии с соглашением о добавленной стоимости реселлера.

В дальнейшем Cisco продолжила заниматься заключением других стратегических союзов, улучшающих и укрепляющих ее позиции на рынке межсетевых сетей, который продолжал активно формироваться. Стремясь обзавестись технически предварительными клиентами, Cisco сумела договориться с корпорацией Майкрософт о продажах на рынке первых маршрутизаторов Cisco PC-based.

Действуя по уже упомянутому принципу, Cisco стала заниматься укреплением деловых связей с компанией Novell. Такое сотрудничество было направлено на интеграцию производимых ею маршрутизаторов с сетевым программным обеспечением Novell, позволяло улучшить связь между сетями Netware и UNIX. К сотрудничеству с Cisco подключилась компания LanOptics Ltd, занимающаяся разработкой продуктов удаленного доступа.

Будучи компанией, занимающейся предоставлением оборудования от Cisco, мы воспользовались Cisco ASC.

Сегодня Cisco ASC – основной оператор мультисервисной сети связи на Северном Кавказе, который предоставляет услуги в самых разнообразных сегментах сетевых и Интернет-технологий. Характерные особенности компании заключаются в использовании современных технологий, позволяющих предоставлять абонентам качественные услуги и постоянно пополнять их новыми разновидностями [4].

Благодаря применению технологий, разработанных Cisco, компании удается создавать интегрированные сети.

Под сетью подразумевается взаимосвязь, существующая между такими устройствами как рабочие станции, периферийное оборудование (жесткие диски, принтеры, сканеры диски CD-ROM), а также остальными [1].

Одна из основных задач, возникающих во время работы в сети – это потребность в согласовании различных типов компьютеров. При этом могут использоваться самые разнообразные устройства, среди которых Macintosh, IBM-совместимые компьютеры, мэйнфреймы, однако для каждого из них предусмотрено использование при общении одного языка. Последний является протоколом, в котором содержится формальное описание определенных правил и соглашений, позволяющих регламентировать обмен информацией между сетевыми устройствами. Пример – если группа людей работает над выполнением совместного проекта, то не имеет принципиального значения, какова их национальность. Среди таких работников могут присутствовать французы, испанцы, бельгийцы, американцы и другие, но при этом они должны хорошо понимать друг друга, и в достаточной мере владеть одним и тем же языком.

Современный мир сложился таким образом, что в большинстве случаев подобные группы людей пользуются при работе английским языком. В сфере компьютерных технологий английскому языку отводится роль протокола, который способны понимать все устройства в сети.

Список литературы

1. Флинт, Д. локальные сети ЭВМ: архитектура, принципы построения, реализация/Д. Флинт. – М. - Финансы и статистика, 2013
2. Олифер, В. Компьютерные Сети. Принципы, технологии, протоколы/В. Олифер, Н. Олифер: учебник - 5-е изд. - спб. - Питер, 2016.
3. Таненбаум, Э. Компьютерные сети/ Э. Таненбаум, Д. Weatherrol: 5-е изд. - спб. - Питер, 2012.
4. Небаев, И.А. Конфигурация и управление маршрутизаторами на основе интерфейса командной оболочки Cisco IOS/И. А. Небаев – СПб. - Петр; 2012

УДК-004

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Мурадова П.Р., *старший преподаватель*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail- milana81910@mail.ru

Аннотация: *В статье говорится о проблеме использования цифровых технологий в учебном процессе современного образования, о плюсах и минусах их использования.*
Ключевые слова: *цифровые технологии, цифровизация, учащиеся, образовательный процесс, ИКТ, учитель.*

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF MODERN EDUCATION

Muradova P. R., *Senior lecturer*
Chechen State Pedagogical University, e-mail: milana81910@mail.ru

Annotation. *The article talks about the problem of using digital technologies in the educational process of modern education, the pros and cons of their use.*
Keywords: *digital technologies, digitalization, students, educational process, ICT, teacher.*

Сегодня, в мире интерактивных технологий, деятельность любой образовательной организации, использующей дистанционные технологии, является наглядной, красочной, информативной, интерактивной, экономит время преподавателей и студентов, позволяет студентам работать в своем собственном темпе и дает возможность контролировать и оценивать результаты обучения.

Целью данной статьи является рассмотрение проблемы цифровизации образования.

Задачи: развитие у студентов навыков и умений ориентироваться в современном информационном пространстве; формирование отношения студентов к компьютеру как инструменту познавательной деятельности;

Объект: образовательный процесс в образовательной организации и Интернет.

Современные технологии развиваются так стремительно, что мы уже не можем представить, например, как жить без смартфона. Даже у маленького ребенка, который еще не ходит в детский сад, есть телефон, или, по крайней мере, он уже может на нем играть.

Многие отрасли промышленности переходят на цифровые системы: больницы, налоговые службы, реестры и многие другие. Банки уже давно используют в своей работе цифровые технологии, такие как онлайн-банкинг, например, где вы можете оплачивать счета за коммунальные услуги, звонить по телефону, переводить деньги своим родственникам, не выходя из дома.

В Минобрнауки давно говорят о переводе образовательной программы в электронный формат, как в школе, так и в техникумах и вузах, даже для дополнительного образования. На данный момент уже введен электронный журнал, дети могут сдавать тесты и решать задачи, имея свой профиль на сайтах, а учитель даже может задавать по ним домашнее задание и ставить оценки по результатам сдачи.

Современная трактовка образования принципиально отличается от прежней. Цифровизация образования - такое название можно дать процессу перехода на электронную систему.

Если 10 лет назад это была только идея, то к нынешнему 2021 году в сфере образования произошло много изменений, связанных с цифровизацией. Учебные материалы, планы, занятия, журналы и дневники перешли в онлайн-версии, на цифровые платформы. Студенты уже могут проводить уроки, не выходя из дома, через Интернет. Существует множество интернет-платформ, электронных образовательных комплексов, интернет-сайтов, где обучение проходит с использованием дистанционных технологий.

Учителя и педагоги старой закалки должны осваивать новую систему образования. Молодые учителя уже входят в систему образования с цифровыми навыками. Цифровизация - это самостоятельное изучение материала. Воспитатель выступает в роли помощника, куратора, с которым придется связываться только в случае необходимости.

В настоящее время у человека есть огромный выбор, где и как учиться. Это происходит благодаря цифровизации. В интернете существует огромный выбор дистанционных платформ с различными курсами по разным направлениям. Для детей это огромная помощь, когда вы не освоили материал на уроке, вы можете зайти в интернет и посмотреть обучающие видеоролики с пояснениями. Или запишитесь на курсы и развивайте свои знания, умения, навыки не только в рамках учебной программы, но и в качестве хобби (например, курсы фотографии).

С помощью технологий люди уже могут создавать трехмерные объекты с помощью 3d-принтера.

Что касается образования, то обучение будет иметь новое направление, появится возможность самостоятельно создавать предметы исследования. Например, повара, не портя продукты, научатся создавать красивые блюда. Для автомехаников - возможность создавать механизмы и наглядно учиться у них своему делу. А для студентов-медиков это вообще находка. Представьте, что можно будет смоделировать любой человеческий орган, провести любую операцию, никого не травмируя.

Уже сейчас существует модель 3d-реальности, 3d-очки, где ребенок в процессе обучения погружается в условия, приближенные к реальным, что, несомненно, только подогревает интерес детей к обучению.

Но, как и у любого нового продукта, цифровизация образования имеет как положительные, так и отрицательные стороны.

Положительные стороны:

1. Меньше бумажной рутинной работы и отсутствие бумажной волокиты

Для школьников: школьникам и студентам нужно нести огромные портфели и сумки с целой кучей тетрадей, учебников и учебных пособий. Иногда нагрузка настолько велика, что у ребенка начинает болеть спина и образуются проблемы со здоровьем. И все учебники и руководства поместятся в компьютер или ноутбук, а планшет заменит рабочие тетради.

Для учителя: современному учителю необходимо помимо объяснения материала детям подготовиться к каждому уроку, развить материал, а также заполнить целую кучу работ и отчетов. Цифровизация может освободить учителя от определенного вида работы, потому что в Интернете много сайтов с готовыми обучающими программами, а также много цифрового контента, видеолекций, аудиоинформации, онлайн-обучающих игр, которых может быть очень много. Для детей интереснее, чем сухое записывание того, что говорит учитель, и более ясно, чем просто лекция или решение задач.

2. Упрощение работы педагогов

Профессия учителя считается одной из самых сложных. Много сил и нервов тратится на воспитание детей, которые очень отличаются по характеру, поведению и уровню восприятия информации. В цифровой системе работа учителя заключается в том, чтобы помогать. Учитель задает направление, в котором развиваются ученики. Студенты обращаются к нему только в спорных ситуациях.

3. Шаг в будущее

Переход к цифровому образованию - важный момент в системе образования. Сейчас наука развивается огромными темпами, каждый день появляются новые программы и новые устройства. Цифровизация образования поможет студентам и студентам лучше ориентироваться в информационном мире как в настоящем, так и в будущем.

4. Доступность образования

Онлайн или дистанционное образование намного дешевле, чем очное. Что является несомненным плюсом.

5. Образование не выходя из дома

Имея доступ в Интернет и компьютер, человек может заниматься онлайн, не выходя из дома и не сидя на диване.

6. Заинтересованность учащихся

Когда ребенок не только слушает, пишет, но и видит, он становится гораздо более заинтересованным в процессе обучения. Но на рисунке есть возможность визуально показать виртуальную лабораторию, например, или наглядно продемонстрировать какой-то опыт.

7. Легкость обучения детей с ограниченными возможностями

Традиционное образование часто недоступно для людей с ограниченными возможностями здоровья из-за ограниченных возможностей наших учебных заведений. Привычные обычным школьникам условия не всегда подходят детям с ограниченными возможностями: например, простой подъем по лестнице может вызвать дискомфорт или вообще оказаться невозможным. Таким образом, цифровизация образования делает обучение таких детей более комфортным и доступным.

Отрицательные стороны:

1. Изменения для педагогов

После оцифровки понятие учителя и воспитателя может быть полностью изменено. Профессионалов заменят роботы и виртуальные системы. Люди могут потерять работу.

2. Отсутствие воображения и фантазии

Информационные технологии исключают возможность проявить себя. Электронные версии носят «сухой» характер. Ребенок быстро привыкнет к скучной смене слайдов и страниц, без личного общения цифровое обучение будет рутинным и неинтересным. Заметно пострадает детское творчество.

3. Снижение умственной активности и вдумчивости

Такую ситуацию можно наблюдать уже сейчас. Человеку не нужно напрягать мозги, он перестал самостоятельно искать информацию. Теперь это делает Интернет: вам просто нужно ввести нужное слово или фразу в строку поиска, и куча страниц с информацией уже найдена. Это приводит к ослаблению мыслительных способностей.

4. Плохая социализация

Ребенок, обучающийся в учебных заведениях, получает не только знания, но и находит друзей, учится взаимодействовать с обществом. Компьютерные технологии уже для многих заменяют живое общение, а многие дети очень закрыты и живут только в Интернете. Цифровизация значительно снижает уровень социализации человека. Это повлияет на дальнейшее развитие личности.

5. Проблемы со здоровьем

В первую очередь изменятся зрение и мелкая моторика. Длительное использование экранов приводит к усталости глаз. Со временем появятся: сухость; покраснение; раздражение; ухудшение зрения. Работа с клавиатурой и планшетом изменит физиологию пальцев. Структура костей, суставов и мышц может измениться.

6. Риск неудачи

В цифровом обучении важнее всего независимость и самоконтроль. Также присмотр взрослых. И сколько учеников могут этим похвастаться? Думаю, очень мало. Особенно дети подросткового возраста, у которых желание ходить превышает желание учиться. А многим родителям просто некогда при быстром темпе нашей жизни постоянно следить и контролировать ребенка. В результате дети просто перестанут учиться.

Конечно, в нашем современном мире мы не можем жить без технологий и инноваций. То, что произошло 20 лет назад, современному человеку не подходит. Нужна цифровизация образования: без новых технологий сейчас некуда, интерес детей к обучению поддерживается работой с гаджетами: так интересно, когда на экране изображена какая-то задача, а ребенок может ее решить в игровой форме; информацию можно найти быстро, не затрачивая много времени и усилий.

Цифровизация образования помогает студентам во всех областях науки. Границы цифровой информации и учебного контента безграничны, и это здорово. Создаются и используются новые и существующие интерактивные обучающие платформы. Люди используют компьютер для работы, для поиска информации и многого другого, что улучшает их компьютерные навыки. С использованием дистанционных технологий в образовании улучшаются условия учебного процесса, дети тянутся к компьютеру, повышается их интерес к обучению.

Таким образом, дистанционное образование решает широкий круг задач, но оно не сможет полностью заменить традиционную форму обучения: большинство учеников и родителей считают, что дистанционное обучение служит хорошим инструментом для дополнения школьных занятий, и есть те, кто считает, что дистанционное обучение не может заменить школьные классы. Четверть респондентов по-прежнему считают дистанционное образование полноценной альтернативой дистанционному обучению.

Поэтому полностью переходить на цифровое образование, заменяя учителей роботами и компьютерами, не стоит. Когда цифра и учителя работают вместе и помогают ученикам, это намного плодотворнее, чем полный переход на онлайн-обучение.

Список литературы

1. https://infourok.ru/cifrovizacii-obrazovaniya-vnedrenie-v-obrazovatelniy-process-3371080.html
2. https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2019/12/09/818137-menyaetsya-obrazovanie
3. https://e-learning.tspk-mo.ru/seo/welcome/
4. http://vercont.ru/

УДК-004

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ

Мурадова П. Р., *старший преподаватель*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail- milana81910@mail.ru

Джамбетов А. Э.*, студент 3 курса физико-математического факультета,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный

Аннотация: *В данной статье затрагиваются предпосылки к необходимости использования на уроках средств и технологий, способствующих самостоятельному поиску информации, развитию навыков и умений учиться. Данный вопрос остро встаёт в условиях современной реальности, которая сформировалась в последней трети XX в., под воздействием информационных технологий. Рассмотрены вопросы преимущества использования цифровых технологий на уроках, как инструмента создания условий реализации проблемно-деятельностного подхода и организации проектной деятельности. Показаны возможности, которое даёт возможности использование цифровых технологий в учебном процессе.*

Ключевые слова: *цифровые технологии, урок, информатика, образование, цифровизация.*

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN INFORMATICS LESSONS

Muradova P.R*., Senior Lecturer of the Department of Applied Informatics*
Chechen State Pedagogical University, Grozny
e-mail- milana81910@mail.ru

Dzhambetov A.E*., 3rd year student of the Faculty of Physics and Mathematics*
Chechen State Pedagogical University, Grozny

Annotation: *This article touches upon the prerequisites for the need to use tools and technologies in the classroom that contribute to an independent search for information, the development of skills and abilities to learn. This issue arises sharply in the conditions of modern reality, which was formed in the last third of the twentieth century, under the influence of information technologies. The article considers the issues of the advantages of using digital technologies in the classroom as a tool for creating conditions for the implementation of the problem-activity approach and the organization of project activities. The possibilities of using digital technologies in the educational process are shown.*

Keywords: *digital technologies, lesson, informatics, education, digitalization.*

В современную эпоху развития технологий, информации и технического прогресса обучение часто все еще остается на уровне устного обучения с элементами использования мультимедийных средств обучения, которые представляют собой электронные презентации, разработанные с использованием мультимедийных проекторов. Изредка учителя используют электронные учебники, которые чаще всего представляют собой электронный учебно-методический комплекс, созданный в программах MS Office Word.

Однако развитие технологий на данном этапе образования позволяет использовать более современные и качественные учебные пособия.

Сегодня главной задачей школьного курса информатики и ИКТ является формирование операционного стиля мышления учащихся. А компьютерная грамотность выпускника школы предполагает не только умение свободно работать на персональном компьютере, на уровне пользователя, но и умение учиться всему новому. Эта необходимость продиктована временем, уровнем экономического развития и моральными ценностями общества.

Информатизации образовательного процесса в современной школе отводится значительная роль. Этот процесс является «двигателем» будущего, который определяет качество образования в стране, ее технический потенциал. Его успех напрямую зависит от высококвалифицированных специалистов, способных устранить насущные научно-технические проблемы и вывести развитие экономики на более высокий уровень, отвечающий вызовам цифрового будущего.

Современность предъявляет все более высокие требования к обучению. Объем информации растет, и зачастую рутинные методы ее передачи, хранения и обработки оказываются малоэффективными. Использование информационных технологий раскрывает огромные возможности компьютера как средства обучения.

Создание и развитие информационного общества предполагает широкое использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании, что определяется рядом факторов.

«Во-первых, внедрение ИКТ в образование значительно ускоряет передачу знаний и накопленного технологического и социального опыта человечества не только от поколения к поколению, но и от одного человека к другому.

Во-вторых, современные ИКТ, улучшая качество образования и обучения, позволяют человеку более успешно и быстрее адаптироваться к окружающей среде и происходящим социальным изменениям. Это дает каждому возможность получить необходимые знания как сегодня, так и в будущем постиндустриальном обществе.

В-третьих, активное и эффективное внедрение этих технологий в образование является важным фактором в создании системы образования, отвечающей требованиям МО и процессу реформирования традиционной системы образования с учетом требований современного индустриального общества».

Компьютер практически решает проблему индивидуализации обучения. Имея в качестве партнера компьютер, каждый студент может работать в удобном темпе при выполнении практических заданий.

Компьютер позволяет усилить мотивацию преподавания. Освоение знаний, связанных с большим объемом цифровой и другой специфической информации, посредством активного диалога с персональным компьютером для студента более эффективно и интересно, чем изучение скучных страниц учебника. С помощью прикладных программ, используемых на занятиях, ученик может моделировать реальные процессы, а это значит, что он может видеть причины и следствия, понимать их смысл.

Объектом исследования является деятельность студентов с использованием цифровых технологий в курсе информатики и ИКТ.

Предмет исследования - возможности инновационных технологий для деятельности студентов по школьному курсу информатики и ИКТ.

Цель исследования - изучить возможности использования цифровых технологий для работы студентов в школьном курсе информатики и ИКТ.

Задачи исследования:

• выявление и обобщение возможностей современных интернет-технологий в школьном образовании;

• обзор и обобщение опыта эффективного использования современных интернет-технологий для организации деятельности студентов

• анализ возможностей цифровых технологий

• разработка учебных материалов с использованием интернет-сервисов.

• разработка учебных материалов с использованием интернет-сервисов.

Практическая значимость: разработанные учебно-методические комплексы могут быть использованы в курсе информатики и ИКТ.

Цифровая образовательная среда (ЦОС) - это открытый набор информационных систем, предназначенных для решения различных задач образовательного процесса. Он все больше наполняется инструментами цифрового обучения (интерактивные доски, цифровые камеры, микроскопы, проекторы, компьютеры, лаборатории, виртуальная и дополненная реальность и т. д.).

С одной стороны, наблюдается высокий рейтинг предметной области «Информатика»; с другой стороны, материально-техническая база школ не соответствует требованиям времени из-за недостаточного финансирования; отсутствуют необходимые цифровые компетенции педагогического и обслуживающего персонала для внедрения инноваций, четкий алгоритм внедрения инноваций в образование, разработка соответствующих им учебно-методических комплексов и многое другое. и т.д. Все эти причины увеличивают период времени для разработки актуальных разработок в системе образования. Между тем международный и отечественный опыт показывает, что эффективность обучения с использованием роботов с точки зрения полученных результатов, соотношения затраченных ресурсов и количества квалифицированных специалистов выше, чем у традиционных педагогических технологий.

Целью цифровых технологий является усиление интеллектуальных возможностей студентов в информационном обществе, а также повышение качества образования на всех уровнях образовательной системы.

Цифровые технологии делают уроки более эффективными, привлекательными и запоминающимися для учащихся, а, следовательно, повышают интерес к учебе. Дети могут работать вместе, выполнив проект.

Интернет-сервисы позволяют учителю проявлять творческий подход к обучению. Использование цифровых технологий в учебном процессе является средством оптимизации учебного процесса, повышения интереса учащихся к изучению предмета, реализации идей развивающего образования, увеличения темпа урока и увеличения объема самостоятельной работы. В современном мире учитель должен быть сосредоточен на организации совместной деятельности учащихся.

При изучении базового курса информатики и ИКТ рассматривается и осваивается большое количество программ. Большинство из них имеют аналоги в виде интернет-сервисов, которые всегда доступны где угодно, где бы ни находился участник образовательного процесса, при наличии выхода в интернет. Рассмотрим Интернет-сервисы, которые могут стать полноценной заменой школьного компьютерного программного обеспечения в классе информатики. Практически на любом этапе изучения предмета есть возможность заменить прикладное программное обеспечение интернет-сервисами.

Разнообразие цифровых технологий позволяет учителю информатики не ограничивать себя и своих учеников в изучении различных программных сред. Использование веб-технологий расширит возможности для изучения тех программ, которые ранее были недоступны.

Предполагается, что использование интернет-сервисов для работы на уроках информатики и ИКТ в современной школе позволяет: повысить мотивацию учащихся к изучению предмета; подготовиться к самостоятельному усвоению материалов по информатике и ИКТ и другим общеобразовательным предметам; овладеть конкретными знаниями, необходимыми для практического применения; интеллектуально развивать студентов; получить коммуникативный опыт студентов; увеличить разнообразие видов и форм организации деятельности и контроля за деятельностью студентов.

На этапах урока, когда основное педагогическое воздействие и контроль переносятся на компьютер, учитель получает возможность наблюдать, фиксировать проявление у учащихся таких качеств, как осознание цели поиска, активное воспроизведение ранее изученных знаний, интерес к восполнению недостающих знаний из готовых источников, самостоятельный поиск. Это позволит преподавателю самостоятельно проектировать свою управленческую деятельность и постепенно развивать у студентов творческое отношение к учебе. Представление стандартов для проверки учебных действий с помощью учебных заданий или компьютерных программ, обеспечивающих анализ причин ошибок, позволяет постепенно обучать студентов самоконтролю и самокоррекции учебной и познавательной деятельности, которые должны присутствовать на каждом уроке.

Таким образом, использование интернет-сервисов в процессе обучения информатике предоставляет такие возможности, как выполнение различных обучающих заданий в реальном времени с помощью сетевых редакторов, отсутствие затрат на обновление лицензий коммерческого ПО, обеспечение открытости и доступности учебных материалов. , а также реализация сетевых групповых проектов. Мы надеемся, что с быстрым развитием веб-технологий школьные учителя предпочтут использовать интернет-сервисы при организации совместных занятий в классе. Полное внедрение цифровых технологий, с их интеграцией в образовательный процесс, позволит гармонично дополнить и объединить традиционные методы обучения с новыми, использующими информационные технологии, расширить возможности студента в самостоятельной учебной работе и рост творческой составляющей в деятельности преподавателя. Использование цифровых технологий позволяет заинтересовать детей, благодаря яркому, наглядному изложению материала, осуществлять объективный контроль за уровнем успеваемости учащихся. Итак, применение информационных технологий в учебном процессе хотя и трудоемкий процесс во всех отношениях, но он оправдывает все затраты, делает обучение более интересным, увлекательным и содержательным.

Все эти компоненты должны заинтересовать учащихся в изучении предмета и, как следствие, повысить уровень успеваемости.

Список литература

1. Бем, Н.А. Применение электронных образовательных ресурсов в условиях перехода на новые ФГОС общего образования [Текст]: Н.А. Бем // Информатика и образование. – 2013. – №7. – С. 20 – 23.
2. Зверева, Ю. С. Информатизация высшего образования/Ю. С. Зверева// Новая наука: Проблемы и перспективы. 2016. № 6-2 (85). С. 63–66.
3. https://infourok.ru/publikaciya-na-temu-cifrovie-tehnologii-opit-vnedreniya-i-primeneniya-na-urokah-informatiki-3798573.html
4. https://videouroki.net/razrabotki/ispolzovanie-informatsionno-kommunikatsionnykh-tekhnologiy-na-urokakh-informatiki-i-ikt.html

УДК 77.01.21

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Мурадова П.Р., *старший преподаватель*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail- milana81910@mail.ru

Эшиев Р.М., *студент 3 курса физико-математического факультета,*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный

Аннотация: *Статья посвящена проблеме цифровизации и цифровых технологий в образовании. Современное общество характеризуется большим потоком информации и внедрением инноваций в различные сферы деятельности, что требует от человека определенного багажа знаний и навыков, во главе которых стоит креативность и творческое мышление. Рутинная работа активно переносится на электронные вычислительные машины, в основе которых лежит искусственный интеллект. Система образования должна обеспечить уверенный переход в цифровую эпоху, которая обеспечит экономический рост и производительность труда. Система образования формирует у человека базовые знания и навыки для успешного существования в условиях цифровизации. В статье обосновывается необходимость использования цифровых технологий и обеспечения цифровой социализации студентов, исследуется концепция цифровизации и представлены цифровые технологии в образовании. Цифровые технологии - это не только инструмент в современном мире, но и среда, открывающая широкие возможности для обучения, что поможет вам стать создателем.*

Ключевые слова: *цифровизация, цифровые технологии в образовании, совершенствование системы образования, искусственный интеллект.*

DIGITALIZATION AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Muradova P.R., *Senior Lecturer of the Department of Applied Informatics*
Chechen State Pedagogical University, Grozny
e-mail- milana81910@mail.ru
Eshiev R.M., *3rd year student of the Faculty of Physics and Mathematics*
Chechen State Pedagogical University, Grozny

Abstcact: *The article is devoted to the problem of digitalization and digital technologies in education. Modern society is characterized by a large flow of information and the introduction of innovations in various fields of activity, which requires a certain amount of knowledge and skills from a person, headed by creativity and creative thinking. Routine work is actively transferred to electronic com-*

puters, which are based on artificial intelligence. The education system should ensure a confident transition to the digital age, which will ensure economic growth and labor productivity. The education system forms a person's basic knowledge and skills for a successful existence in the conditions of digitalization. The article substantiates the need to use digital technologies and ensure the digital socialization of students, explores the concept of digitalization and presents digital technologies in education. Digital technologies are not only a tool in the modern world, but also an environment that opens up wide opportunities for learning, which will help you become a creator.

Keywords: *digitalization, digital technologies in education, improvement of the education system, artificial intelligence.*

На современном этапе развития общества инновации активно внедряются в различные сферы жизнедеятельности человека, что требует от людей, во-первых, постоянного развития и совершенствования имеющихся знаний и навыков, а во-вторых, творчества, творческого мышления и готовности к сотрудничеству, поскольку рутина работа все чаще переносится на компьютеры. В этой связи особое значение приобретают информационные и коммуникационные технологии. Предоставление полной, доступной и достоверной информации - залог успеха в любой сфере деятельности.

В этом ключе важно отметить, что от 05.09.2017 № 203 была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации» на 2017-2030 годы, направленная на информатизацию и цифровизацию общества [5]. В документе также говорится, что население страны, активно использующее цифровые ресурсы, должно составлять не менее 40% к 2024 году. Это требование, однозначно, требует значительной перестройки системы образования, связанной как с использованием информационно-коммуникационных технологий, так и с цифровой социализацией учащихся и повышением ИКТ-компетенций.

По мнению Э.А. Кашина, «Изменились требования к умениям студентов, поскольку необходимо не только читать, писать и считать, но и уметь организовывать ресурсы данных, плодотворно сотрудничать, собирать, оценивать и использовать информацию» [3, с. 93].

Новые инструменты расширяют и дополняют возможности человека, использование более сложных инструментов (Интернет + поисковые системы + социальные сети) требует развития все более сложных когнитивных процессов.

Немаловажен и рост числа школьников, использующих цифровые ресурсы, что свидетельствует об их возросшем интересе к использованию возможностей современных цифровых технологий. Это создает дополнительный импульс для цифровизации образования.

Таким образом, существует необходимость формирования информационной культуры у современного человека и обеспечения цифровой социализации как предпосылок комфортной жизни со школьного возраста. Эти направления должны стать приоритетными в системе образования.

Система образования должна быть нацелена на обеспечение уверенного перехода к цифровому обществу, для которого характерны экономический рост и продуктивные трудовые отношения. Как отмечалось ранее, на рынке труда уже активно используются компьютеры на базе искусственного интеллекта, которые успешно справляются с рутинной работой. Задача современного человека - проявить креативность и креативное мышление, чтобы создавать и внедрять инновации.

Использование цифровых технологий наряду с традиционными значительно повысит гибкость и технологичность обучения, а также мотивационную составляющую студентов к учебному процессу. Необходимость повышения мотивационной составляющей также отражена в таких документах, как «Кадры и образование», программы «Цифровая экономика Российской Федерации», которые направлены на повышение мотивации современных студентов к овладению цифровыми компетенциями.

На основании вышеизложенного мы приходим к выводу, что концепция цифровизации возникает в связи с интенсивным развитием и использованием информационных и коммуникационных технологий. Однако первое упоминание о цифровизации связано с именем немецкого экономиста - Клауса Шваба. Он назвал 1960-е и 1980-е годами цифровой революции, полагая, что ее катализатором стало развитие полупроводниковых компьютеров, затем в 60-е и 70-е годы - появление персональных компьютеров, начиная с 90-х годов - появление Интернета [8]. Клаус Шваб предположил, что приближается четвертая промышленная революция, которая также будет связана с цифровизацией, с улучшением Интернета, гаджетов, которые содержат множество функций и развитием искусственного интеллекта.

В Викисловаре дается следующая трактовка понятия «оцифровка»: «цифровой метод связи, записи, передачи данных с использованием цифровых устройств» [7].

А. Марей понимает цифровизацию как: «изменение парадигмы общения и взаимодействия друг с другом и обществом» [4].

Уточняя понятие цифровизации, Э. Вартанова, М. Максеенко, С.С. Смирнов отмечают: «это не только перевод информации в цифровую форму, но и комплексное решение инфраструктурного, управленческого, поведенческого, культурного характера» [2, с.103].

Анализируя содержание понятия «цифровизация», можно сделать вывод, что развитие Интернета, искусственного интеллекта и гаджетов являются базовыми технологиями цифровизации, на которых основана производственная деятельность. В сфере образования вводятся понятия «цифровизация образования» и «цифровые технологии».

Цифровизация образования приводит к изменениям на рынке труда, в образовательных стандартах, выявлению потребностей в формировании новых компетенций населения и ориентирована на реорганизацию образовательного процесса, переосмысление роли учителя. С одной стороны, цифровизация подрывает унаследованную от прошлого методологическую основу школы, с другой – порождает доступность информации в различных ее формах не только в текстовом, но и в аудио, визуальном виде. Доступность информации потребует постоянного поиска и отбора актуального и интересного контента, высоких скоростей обработки. Следовательно, цифровизация образования ведет к его радикальной качественной перестройке. Преподаватель обязан научиться пользоваться новыми технологическими инструментами и практически неограниченными информационными ресурсами.

Технологии виртуальной реальности создают возможность использования цифровых тренажеров, не привязанных к одному рабочему месту, что расширяет спектр изучаемых технологий. Технологии мобильного обучения позволяют вам учиться в любое время и в любом месте.

Одним из основных элементов цифровизации образования является цифровая грамотность. Цифровая грамотность – главный приоритет образования, это умение разрабатывать и использовать контент с использованием цифровых технологий, с использованием компьютерного программирования, методов графической визуализации, компьютерной графики, мультимедийной разработки онлайн-курсов и т. д., Поиска и обмена информацией, общения с другие ученики.

Под цифровой грамотностью мы рассматриваем различные ее виды: медиаграмотность, отношение к инновациям, коммуникационная, компьютерная, информационная грамотность. Чтобы справиться с вызовами цифровизации, нашему образованию придется пройти через цифровую трансформацию.

Цифровая трансформация образования, по мнению ученых, является ответом на глобальные информационные вызовы, происходящие в мире.

В настоящее время широкое распространение получили такие образовательные технологии, как онлайн-курсы, которые университеты предоставляют всем студентам. Дистанционно применяемые образовательные технологии, такие как массовые образовательные курсы обучения, помогут студентам учиться в любой удобной для них форме и позволят получить квалифицированную подготовку в конкретной области обучения.

В России онлайн-курсы доступны на образовательных платформах «Открытое образование», «Одно окно» (online.edu.ru), We.Study, Emdesell, GetCourse, Justclick, Innovationbro, Memberlux, Zenclass и др. Массовые онлайн-курсы на этих площадках собраны ведущие вузы России, они дают возможность зарегистрироваться на эти курсы и учиться, затем получить сертификат и подать его в свой вуз для перевода по соответствующей дисциплине. Инициатором этого проекта является «Открытое образование», которое предлагает своим пользователям более 250 учебных курсов по различным дисциплинам [6]. Онлайн-обучение в цифровой образовательной среде предусматривает уже хорошо известные синхронное и асинхронное обучение. Синхронный онлайн-урок предполагает электронное взаимодействие между учеником и учителем в определенное время.

Асинхронные курсы отличаются тем, что преподаватель выкладывает теоретические материалы и различные задания по курсу в Интернет, а студенты работают с информацией в любое удобное для них время. Мы впечатлены «смешанным обучением», которое предполагает «сочетание реального обучения» лицом к лицу с учителем в классе и интерактивных возможностей.

В настоящее время востребованной технологией является технология «мобильного обучения», которая позволяет использовать учебную информацию с персональных цифровых устройств (смартфонов, планшетов и т. д.).

При обучении онлайн учителя используют такую технологию, как «Система управления курсом». Эта технология состоит из инструментов (программного обеспечения), которые дают учителю возможность разрабатывать образовательные курсы и размещать их в Интернете. Большое значение в цифровом обучении имеет система электронного обучения, которая имеет различные приложения и процессы, позволяющие учащимся использовать учебные материалы [1].

Среди онлайн-технологий важную роль играет технология «Геймификация (геймификация)»; она используется в дидактических целях. Он использует механизмы, которые используются в видеоиграх. Одним из вариантов геймификации являются веб-квесты. Данная технология позволяет использовать и интегрировать интернет-ресурсы и цифровые технологии в образовательный процесс вуза и эффективно формировать с их помощью профессиональные компетенции, данная технология позволяет организовывать исследовательскую деятельность студентов.

Использование технологии веб-квестов позволяет учителям решать следующие задачи: с повышенной мотивацией улучшать учебные достижения; использовать в обучении методы графической визуализации; формировать информационную культуру; решать творческие задачи; оптимизировать образовательную деятельность.

При реализации образовательных программ в рамках цифровой образовательной среды используется технология «1:1», которая предполагает инклюзивное обучение с предоставлением каждому студенту личных технических средств обучения (компьютер, ноутбук, планшет).

Стратегия цифровизации образования предусматривает такие перспективные инновационные технологии, как искусственный интеллект, блокчейн и виртуальная реальность. Искусственный интеллект - это технология, которая используется для решения «интеллектуальных» задач, и все ее разработки направлены на создание программ распознавания образов, систем автоматического управления автомобилем и машинного перевода и т. д.

В образовании используется программа обучения, которая усиливает интерактивность и интеллектуальную составляющую, характерную для учителя. Интеллектуальные образовательные программы и экспертная система очень перспективны и быстро распространяются. Блокчейн, технология, которая обеспечивает хранение данных с распределенным ресурсом, предназначена для работы с цифровой валютой Биткойн. Гарантирует безопасность хранения данных в цифровом формате, а также отслеживает их изменения. В системе образования блокчейн используется для хранения информации об экзаменах, выданных дипломах и сертификатах и т. д., и эту информацию можно получить немедленно, убедившись в ее подлинности и не прибегая к архивным данным на бумаге.

Технологии виртуальной реальности. Существуют следующие типы систем виртуальной реальности:

- обычная (классическая) виртуальная реальность (виртуальная реальность - VR), в которой учащиеся взаимодействуют или погружаются в виртуальный мир с помощью компьютерной программы;
- дополненная или компьютерно-опосредованная реальность (дополненная реальность - AR), в которой выполняется наложение сгенерированной компьютером информации сверху на изображения реального мира;
- смешанная реальность (Mixed Reality - MR), где реальный мир связан с виртуальным, и они объединены друг с другом.

Технология MR может использоваться для решения различных задач и универсальна. Учителя имеют возможность создавать виртуальные лаборатории для изучения глобальных экологических проблем и т. Д. Виртуальная реальность позволяет проводить видеоконференции, которые имеют наибольший эффект по сравнению с веб-конференциями, напоминающими телефонные разговоры. Эти технологии используются для виртуальных путешествий, знакомства с другими культурами и при изучении иностранного языка. При изучении естественнонаучных дисциплин студенты с помощью очков виртуальной реальности могут оказаться в виртуальных лабораториях и проводить различные эксперименты, взаимодействовать с различными объектами и наблюдать естественнонаучные процессы, происходящие в природе.

С помощью виртуальной реальности вы можете создавать трехмерные объекты. Моделирование виртуальной реальности обеспечивает студентам формирование навыков, которые в реальности не могут быть сформированы в силу различных обстоятельств - это опасность совершить ошибку и другие ограничения (высокая стоимость оборудования, опасность для других людей и т.д.). Например, обучение пилотов воздушных судов осуществляется с помощью приложения MR.

Таким образом, цифровизация образования и использование цифровых технологий меняют содержание образования, а также представление информации, это не только презентации или видеоролики, это уже прямые подключения к информационным сетям, базам данных, форумам. При проведении практических занятий можно пользоваться социальными сетями. Электронные издания становятся актуальными в обучении, многие издательства, специализирующиеся на выпуске учебной литературы, переходят на электронные версии учебников. Цифровые технологии стремительно развиваются и обновляются (высокоскоростной Интернет, смартфоны, планшеты и т. Д.). Инструменты Web 2.0, блоги, вики, социальные сети; Облачные сервисы Google, Office 365 и др. Все это дает неограниченные возможности доступа к цифровым инструментам.

Список литературы

1. Андреев, А.А. Роль и проблемы преподавателя в среде e-Learning/А. А. Андреев// Высшее образование в России. 2010; № 8 – 9: 41 – 44

2. Вартанова, Е. Л. Индустрия российских медиа: цифровое будущее : академическая монография / Е. Л. Вартанова, А. В. Вырковский, М. И. Максеенко, С. С. Смирнов. — М. : МедиаМир, 2017. — 160 с.

3. Кашина, Е. А. Прогнозирование структуры интегрированного курса информатики/Е. А. Кашина: дис. канд. пед. наук. — Екатеринбург, 1997. — 187 с.

4. Марей, А. Цифровизация как изменение парадигмы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.bcg.com/ru-ru/about/bcg-review/digitalization.aspx (дата обращения: 24.11.2019).

5. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 №1632-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf (дата обращения: 24.11.2019).

6. Цифровая Россия: новая реальность. Аналитический отчет экспертной группы Digital. ООО «Мак-Кинзи и Компания СиАйЭс», 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.mckinsey.ru (дата обращения: 24.11.2019).

7. Цифровизация [Электронный ресурс] // Викисловарь. — Режим доступа: https://ru.wiktionary.org/ wiki/цифровизация (дата обращения: 25.11.2019).

8. Шваб, Д.К. Четвертая промышленная революция [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://mybook.ru/author/klaus-shvab/chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya/read/.

УДК 004

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Муцурова З.М., *старший преподаватель*
Чеченский государственный педагогический университет
Россия, г.Грозный, zalinan@bk.ru

Аннотация. *Рассмотрены актуальные проблемы преподавания информатики в современной школе и раскрыты перспективы их решения. Показаны пути взаимодействия участников учебно-воспитательного процесса в процессе преподавания информатики.*

Методы исследования – изучение литературы, обобщение, аналогия, анализ и классификация информации.

Ключевые слова: *информатика, информационная культура, системный характер информатики.*

MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES OF TEACHING INFORMATICS IN THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION

Mutsurova Z.M., *senior lecturer*
Chechen State Pedagogical University, Russia, Grozny, zalinan@bk.ru

Abstract*. Topical problems of teaching informatics in modern schools are considered and the prospects for their solution are revealed. The ways of interaction between the participants of the educational process in the process of teaching informatics are shown.*

Research methods - study of literature, generalization, analogy, analysis and classification of information.

Keywords*: informatics, information culture, systemic character of informatics.*

Сегодня все так или иначе думают о будущем, особенно когда речь идет о наших детях, особенно об их образовании. Отправляя детей в школу, мы верим, что они получат необходимые знания и всестороннее развитие в процессе обучения. В связи с этим необходимо пересмотреть текущее положение и ценности образовательного процесса, чтобы поднять общий уровень образования на новый уровень.

В наше время исследователи и преподаватели во всем мире все больше интересуются компьютерными науками – относительно молодой и быстро развивающейся научной дисциплиной. Сегодня информатика стала фундаментальной наукой. Объект исследования - информация, ее структура и методы обработки. В последние годы школьная программа «Информатика и ИКТ» вышла на новый этап качественного развития. Особенно изменилось понятие компьютерной грамотности. Когда информатика была введена в школах, компьютерная грамотность понималась как способность к программированию. Теперь все знают, что информатика в школе не должна быть курсом программирования. В настоящее время школьный учитель информатики – одно из самых сложных и интересных занятий. Каждые два года необходимо начинать с нуля, и учитель вынужден уделять пристальное внимание развитию компьютерных технологий, появлению новых программ, постоянно меняющимся технологиям и методам их использования. В сфере информатики постоянно возникает вопрос: «Чему и как учить? Как научить детей ориентироваться в стремительно развивающемся мире информационных технологий?» Для этого вам необходимо постоянно совершенствоваться, иметь личную цель и постоянно понимать информацию о том, что происходит в мире технологий и обучения.

Изучение информатики в школе способствует развитию современных студентов в области информационных и коммуникационных технологий. И, как показывает практика, дети используют знания, полученные на курсах информатики, для подготовки к другим предметам, например, при подготовке информации можно сказать, что они готовятся читать лекции в классе литературы. Поэтому учителя информатики должны привлекать студентов курсами и предметами, как и все остальные.

Курсы информатики также влияют на творческое развитие студентов. Компьютер на этом уроке не только контролирует работу учащихся, но также помогает выявить сильные и слабые стороны их знаний, навыков и способностей. Только на нашем курсе ребята могут показать себя со стороны, не имеющей отношения к подаче ответа, и со стороны, которая технически подготовлена. Чаще всего интроверты показывают, что они более развиты в информационном мире в интересующих их классах. Задача состоит в том, чтобы помочь этим детям адаптироваться к позитивным мыслям, включая информацию и одноклассников. Если им интересна работа на компьютере, они могут развиваться дальше.

Прежде чем обсуждать проблемы и перспективы преподавания информатики в общеобразовательных школах, следует обсудить главный вопрос – это понимание детьми важности информатики как учебной дисциплины и четкое описание отрасли, в которой информатика применяется. Интернет, электронные библиотеки и книги, инструменты для цифровых аудио- и видеокамер, мобильные телефоны, планшеты, карманные компьютеры и коммуникаторы, социальные сети и блоги создали идею для современных школьников. Около 20 лет назад мы были в абсолютном информационном вакууме. В котором нет ничего, кроме запрета.

Исходя из этого, можно поднять основные проблемы обучения информатике:

1. Школьная информатика - самая молодая из школьных дисциплин и, пожалуй, самая проблемная (из-за слабой материально-технической базы и нехватки кадров).

2. Задачи, которые должны быть решены в исследованиях информатики, включают также другие области знаний, такие как физика, математика, астрономия и т. д., поэтому исследования информатики имеют характеристики межпредметные.

3. Быстрое развитие информационных и коммуникационных технологий привело к тому, что учителям часто приходится использовать материалы из компьютерных журналов и Интернет-ресурсов.

4. В настоящее время дети должны не только понимать существование компьютеров, не только они должны иметь представление о компьютерах, но также должны уметь их использовать и уметь использовать эту технологию [3, с.6]. Информатика – это не наука об объектах или процессах, а о методах, средствах и технологиях их автоматизации, создания и функционирования. Этот предмет не только обеспечивает углубленное обучение, но также практическое применение знаний, навыков и способностей для модернизации собственного обучения и оптимизации учебной нагрузки. Персональные компьютеры используются в качестве объектов исследования: базовые знания и навыки (оборудование, операционная система, программное обеспечение, информация (устройства, операционная система, программное обеспечение, методы поиска информации). В то же время компьютер является средством обучения и инструментом для решения поставленных задач. В силу различия материального и культурного уровня семей, школьники имеют разную возможность в использовании компьютера для выполнения домашних заданий, для удовлетворения своих интересов, и это тоже надо учитывать при организации учебного процесса.

5. Работа на компьютере не может превышать 10-30 минут (в зависимости от возраста ученика).

6. Обычно количество компьютерного оборудования недостаточно, поэтому необходимо организовать групповую работу вместе (2-4 ученика на компьютер).

7. Как правило, учащиеся всех классов с удовольствием посещают курсы информатики, потому что компьютер сам по себе является стимулом для изучения предмета. Но в то же время, с течением времени, проникновение компьютеров во многие области человеческой деятельности уменьшило этот интерес.

8. Одна из основных проблем в обучении детей младшего школьного возраста – внезапная смена лидерской деятельности с игры на обучение. Формирование учебной деятельности часто не соответствует потребностям детских игр, что для него очень болезненно. На этом этапе необходимо как можно больше организовать использование компьютерных технологий для

увлекательного обучения, чтобы переход от основных увлекательных занятий к учебным занятиям прошел плавно. Прежде всего, учителя информатики должны научиться обучению играм.

В частности, вышеперечисленные проблемы связаны с преподаванием информатики в начальных школах, поскольку исследования в области информатики являются неотъемлемой частью современного общего образования. Целью является формирование нового общего мировоззрения и информационного мировоззрения у подрастающего поколения, а также понимание компьютеров как современного средства обработки информации. способ. Существуют разные мнения о возрасте, в котором детей начинают учить пользоваться компьютером. Современные исследования врачей, психологов и учителей показали, что, при соблюдении требований гигиены и эргономики, работа с компьютером не окажет негативного влияния на здоровье учащихся начальной школы. Если они при этом не слишком обременяют детей, они дают им место для быстрой и компактной реализации своих идей, они будут более активны в развитии ориентации на самолет, тренировке внимания и памяти, а также в развитии воображения. И способности. креативность. Особо следует подчеркнуть, что, начиная с первого класса, важно изучать логически сложные темы на профессиональных курсах «Информатика и информационные технологии» в нужное время, чтобы соответствовать непрерывному изучению учебной программы начальной школы. Основная цель изучения курса «Информатика и ИКТ» в начальных школах – сформировать основу ИКТ для учащихся-способностей, многие из которых являются частью общей структуры образовательной деятельности. В этом заключается основная ценность содержания этого курса. С точки зрения достижения результатов обучения по математике и непрерывного образования более высокого уровня (включая преподавание предметов «информатика и ИКТ» на промежуточных и продвинутых этапах) наиболее ценными являются следующие способности, что отражено в: Содержание курса:

• Базовые знания логики и возможностей алгоритмов, особенно способность овладеть базовыми знаниями логики и идей алгоритмов, а также выполнять действия на основе алгоритмов и строить простейшие алгоритмы.

• Базовые знания информационной грамотности, особенно владение методами и приемами поиска, сбора и представления информации, включая информацию, представленную в различных формах: текст, таблицы, диаграммы, цепочки и коллекции.

• Основы квалификаций в области ИКТ, особенно владение компьютерами (и другими инструментами ИКТ) для решения информационных проблем.

• Основы коммуникативных навыков. В рамках данной дисциплины наиболее активны все аспекты коммуникативных навыков, связанные с приемом и передачей информации. Это также включает в себя все аспекты языковых навыков, которые связаны с использованием информации для получения и передачи информации в систему управления языком.

В курсах информатики сформировано системное восприятие мира, развито понимание единой информационной связи различных природных и социальных явлений, развито системное мышление, уровень которого во многом зависит от быстрой обработки информации и принятия мудрых решений. Исходя из этого, студентам и преподавателям необходимо предоставлять больше возможностей - применять все новые методы и учебные пособия [4, с.178].

В определенной степени содержание школьной программы по информатике должно соответствовать современному уровню научного развития и социальным требованиям. Развитие компьютерных технологий (в основном персональных компьютеров и их программного обеспечения) происходит настолько быстро, что оно распространилось на все области человеческой деятельности, поэтому возникла необходимость в обучении и переподготовке специалистов, которые могут использовать новые информационные технологии для качественного обучения детей информатике. И познакомить детей со сложным миром современной информатики.

Без совершенствования методов обучения информатике на основе принципов непрерывности и последовательности обучения невозможно решить эти проблемы и нерешенные задачи.

Информатика все больше влияет на дальнейшее развитие общества. Она становится доминирующим фактором, определяющим общий потенциал общества и перспективы его развития. Информатизация общества – важнейшая часть современной цивилизации. Она отличается высоким уровнем информационно-коммуникационных технологий и развитой информационной структурой. Информатика, по сути, превращается из технологии в фундаментальную науку об информации и информационных процессах в природе и обществе [4, с.176].

Общеобразовательная и практическая значимость школьных курсов информатики будет и дальше стабилизироваться и быстро расти. Курс приобретает огромный гуманитарный потенциал. Он сыграл важную роль в подготовке молодого поколения к плодотворной деятельности в информационном обществе.

Список литературы

1. Гольдин, А. Образование: взгляд педагога. [Электронный ресурс]: Компьютера–Онлайн, 2019 – Режим доступа: http://www.computerra.ru/readitorial/393364/

2. Информационная грамотность: международные перспективы / Под ред. Х. Лау. Пер. с англ. М.: МЦБС, 2015. – С. 240.

3. Колин, К..К. О структуре и содержании образовательной области «Информатика» // Информатика и образование. – 2010. – №10. – С.3-10.

4. Коротков, Н. К. Информатика в школе: настоящее и будущее / Н. К Коротков // Народное образование, 2018. – № 6. – С. 176 – 180.

5. Крук, Ч. Школы будущего // Гуманитарные исследования в Интернете / Под ред. А.Е. Войскунского. М.: Можайск-Терра, 2010. – С.314–332.

6. Кузнецов, А.А. Современный курс информатики: от элементов к системе/А. А. Кузнецов, С. А. Бешенков, Е. А. Ракитина // Информатика и образование. – 2014. — №1. – С.2-8.

УДК 004.9

УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОЕ СРЕДСТВО КАК СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

Орлов П.А., *Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный), Российская Федерация, г. Тамбов*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Полозов Р.В., *Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный), Российская Федерация, г. Тамбов*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Чугреев Д.А., *Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный), Российская Федерация, г. Тамбов*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Алексеев В.В., *доктор технических наук, профессор, Тамбовский государственный технический университет, Российская Федерация, г. Тамбов, e-mail: vvalex1961@mail.ru*

Залозный Н.В., *Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный), Российская Федерация, г. Тамбов*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Аннотация. *В статье рассмотренны способы применения цифровых технологий в образовании, а именно подготовка специалистов к работе на системе специального назначения (ССН). Приведены основные способы применения цифровых технологий в образовании и их преимущества. В статье также описаны основные недостатки существующего способа подготовки специалистов, варианты их устранения и возможные пути развития данной цифровой технологии. Целью данной работы является изучение возможных вариантов применения цифровых технологий в образовании и выбор наиболее подходящего способа подготовки специалистов к работе на ССН. Предложено создать модель ССН с применением подхода, основанного на модели специалиста. К задачам, которые были решены в ходе данной работы, следует отнести описание преимуществ, структуры и принципа подготовки выбранного способа применения цифровых технологий в образовании. Практическая значимость проведённого исследования состоит в важности подготовки специалистов к работе на ССН, которая осуществляется не на реальной ССН, а на учебно-тренировочном средстве (УТС), имеющем достаточное количество преимуществ, в сравнении с традиционной подготовкой. Также стоит отметить важность данного исследования для специалистов, которые используют для подготовки к работе УТС.*

Ключевые слова: *цифровые технологии, система специального назначения, учебно-тренировочное средство, виртуальная модель объекта, подготовка специалистов.*

EDUCATIONAL AND TRAINING TOOL AS A METHOD OF APPLYING DIGITAL TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Orlov P.A., *Interspecific center of training and combat employment of troops of electronic warfare (training and testing), Russian Federation, Tambov*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Polozov R.V., *Interspecific center of training and combat employment of troops of electronic warfare (training and testing), Russian Federation, Tambov*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Chugreev D.A., *Interspecific center of training and combat employment of troops of electronic warfare (training and testing), Russian Federation, Tambov*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Alekseev V.V., *Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Russian Federation, Tambov*
e-mail: vvalex1961@mail.ru

Zalozny N.V., *Interspecific center of training and combat employment of troops of electronic warfare (training and testing), Russian Federation, Tambov*
e-mail: nauchnajarota@yandex.ru

Annotation. *The article discusses the ways of using digital technologies in education, namely the training of specialists to work on a system of special purpose (SPS). The main ways of using digital technologies in education and their advantages are presented. The article also describes the main disadvantages of the existing method of training specialists, options for their elimination and possible ways of developing this digital technology. The purpose of this work is to study possible options for the use of digital technologies in education and to choose the most appropriate way to train specialists to work at the SPS. It is proposed to create a SPS model using a specialist model-based approach. The tasks that were solved in the course of this work include a description of the advantages, structure and principle of preparing the chosen method of using digital technologies in education. The practical significance of the study is the importance of training specialists to work on the SPS, which is carried out not on a real SPS, but on an educational and training facility (ETF), which has a sufficient number of advantages in comparison with traditional training. It is also worth noting the importance of this study for specialists who use ETF to prepare for work.*

Keywords: *digital technologies, special purpose system, educational and training facility, virtual model of an object, training of specialists.*

В настоящее время цифровые технологии затрагивают всё более важные сферы жизни современного общества. Одной из таких сфер жизни является образование. Широкое применение в образовании цифровые технологии получили несколько десятилетий назад, но современные подходы развиваются в последние несколько лет. Они позволяют осуществлять огромное множество работ с наименьшими затратами усилий человека, и вариантов их применения также велико. Применение цифровых технологий в образовании предоставило новые возможности в представлении знаний, значительно отличающиеся от возможностей, применяемых раннее. В данной работе предлагается рассмотреть такой способ применения цифровых технологий в образовании, как подготовка специалистов с помощью УТС.

Одним из наиболее распространённых вариантов применения цифровых технологий в обучении, который стал доступен благодаря достижениям в области компьютерных технологий, стало дистанционное обучение. Дистанционное обучение – развивающаяся форма организации учебного процесса, отличающаяся от общепринятой формы обучения тем, что она ориентирована главным образом на самостоятельную работу обучающегося [3].

Не менее известным вариантом применения цифровых технологий в обучении являются компьютерные системы тестирования. Они создаются для определения уровня знаний пользователя. Их возможности колеблются от простейших (позволяющих проводить тестирование, сохранять его результаты, а затем предоставлять их) до достаточно сложных (статистическая обработка результатов, оформление отчетов по различным критериям, установки параметров вопросов (например, коэффициент сложности), параметров тестов (например, ограничение времени тестирования), разграничение прав доступа и т.д.). Подобный метод недостаточно эффективен при освоении сложных технических систем, ввиду отсутствия интерактивности в представлении информации и материала, что крайне необходимо для запоминания специалистами расположения элементов управления в осваиваемой сложной технической системе и знания принципа работы с программным интерфейсом данной системы.

Более узконаправленным способом применения цифровых технологий в образовании является использование УТС. Узконаправленность, с точки зрения предметной области, УТС порождает их многообразие [2]. Применение УТС предполагает отработку последовательности действий, необходимых для выполнения определённой задачи, которая имитирует задачу, выполняемую на реальной ССН. Другими словами, УТС используется для получения опыта в работе на ССН без использования самой ССН, а с помощью обучающей компьютерной программы.

Преимущества использования УТС в подготовке специалистов к работе на ССН:

- возможность одновременной подготовки к работе на ССН большого числа специалистов;

- отсутствие зависимости от расположения ССН;

- экономия ресурса ССН;

- снижение опасности для здоровья при работе на ССН;

- высокий уровень приобретения устойчивых навыков и умений.

Объектом исследования является оценка возможных путей повышения качества подготовки специалистов ССН при внедрении в процесс подготовки современных компьютерных методов, которые реализованы с помощью интерактивных систем освоения, а также анализ возможности их применения к современным техническим системам. Предметом исследования является анализ использования цифровых технологий в виде 3*D*-моделей для реализации интерактивных режимов освоения УТС.

ССН, с которыми приходится работать специалистам, имеют достаточное количество идентичных характеристик. Данное свойство ССН позволяет создать основную структуру УТС, где отличительными параметрами будут только элементы, свойственные определённой системе.

УТС предусматривает создание имитационно-тренажёрной обстановки, максимально приближенной к реальной обстановке, возникающей при работе на ССН. В условиях имитационно-тренажёрной обстановки специалисты выполняют определённую последовательность действий, которая предполагается для корректного функционирования ССН. Таким образом, специалисты приобретают или закрепляют правильные и устойчивые профессионально-важные компетенции. УТС включает в себя математическую модель процесса освоения специалистом ССН и управляет реакцией системы на действия специалиста, аналогично тому, как реагирует реальная ССН.

Структуру УТС составляют следующие элементы:

- 3*D*-модель объектов, из которых состоит ССН;

- теоретическая часть, описывающая состав, способ функционирования и структуру ССН;

- математическая модель, реагирующая на действия специалиста, которая создаётся в выбранной разработчиком среде разработки.

Применение виртуальных моделей реального оборудования, технологических процессов, различного рода аварийных и нештатных ситуаций в мультимедийных УТС позволяет многократно воспроизводить те или иные режимы работы, условия, не затрачивая при этом ресурсов настоящего оборудования и не подвергая опасности специалистов.

Различные подходы к построению и особенности взаимодействия программной и аппаратной частей значительно влияют на производительность и эффективность УТС. В связи с этим возникает потребность в разработке информационной технологии построения универсальной архитектуры УТС, способствующей повышению качества образовательного процесса.

В свою очередь практика применения мультимедийных УТС позволила выявить общие недостатки в архитектуре и графическом интерфейсе построения, а так же адекватности моделируемых объектов и процессов. На основе анализа были сформулированы новые основные подходы к реализации информационных технологий построения мультимедийных УТС.

Оценивая качество интерфейса при построении мультимедийных УТС, к одной из распространённых ошибок следует отнести некорректное или не точное моделирование органов управления и контроля основных и вспомогательных систем объекта освоения.

Профессиональные компетенции, формируемые при работе с УТС, должны по своей психологической структуре соответствовать реальным трудовым навыкам, что невозможно без адекватного отражения внешнего вида оборудования, расположения органов управления, особенностей индикации и сигнализирующих устройств. Недостоверность графического интерфейса способствует дезориентации специалиста при работе на ССН, осознанию его функциональности и сложности.

Анализ предметной области показал, что качество и достоверность моделируемого объекта зависит от двух основных критериев: применяемого разработчиком метода построения модели и способа контроля качества. Рассматривая первый критерий, следует отметить, что методы построения виртуальных объектов разнообразны. Каждому методу соответствует своя особенность в сложности применяемых инструментов, временных ресурсах и адекватности моделируемого объекта. Рассматривая второй критерий, следует сказать, что участие в каждом этапе разработки интерфейса компетентного лица, владеющего навыками применения ССН, значительно повышает качество моделируемой модели. Поэтому, учитывая сложность разработки 3*D*-моделей, с целью предотвращения графических недостатков в построении, необходимо обеспечить детальный контроль за процессом и этапами моделирования объектов ССН.

Помимо недостатков в интерфейсе моделируемых объектов во многих мультимедийных УТС существует проблема в обеспечении интерактивного взаимодействия специалиста с УТС. Интерактивный режим взаимодействия заключается в том, что каждое действие специалиста в УТС вызывает ответное действие компьютерной программы, которое требует следующего действия специалиста. Рассматриваемая технология программируется таким образом, чтобы при воздействии на виртуальные элементы управления отображались соответствующие органы контроля, а правильная последовательность таких действий приводила к успешному результату выполнения поставленной задачи.

УТС в качестве элемента структуры имеет систему оценивания правильности выполняемых действий специалиста при работе на виртуальной ССН. Как правило, оценивающая система мультимедийных УТС сформирована таким образом, чтобы на итоговую оценку влияли два критерия: правильная последовательность и количество выполненных действий.

Таким образом, специалист осваивает правильный алгоритм действий при работе со сложной системой и на каждом этапе наблюдает соответствующую обратную связь программы, что способствует заучиванию порядка выполнения и освоения отдельных действий. Для исключения фактора заучивания или запоминания определённой последовательности действий и включения в процесс подготовки полного понимания функционирования сложной технической системы в УТС внедряются структуры, отвечающие за внесение внештатных ситуаций при работе на ССН.

Для максимального интерактивного погружения необходимо спрограммировать не только взаимосвязь действий, но и результаты совершённых на органы управления манипуляций.

Таким образом, с целью совершенствования реалистичности и адекватности имитируемых процессов необходимо при моделировании и программировании учитывать взаимосвязь не только выполняемых действий, но и их результаты.

Применение мультимедийных УТС оказывает значительное влияние на организацию подготовки специалистов, позволяет достигать высокого уровня индивидуализации в освоении технической системы, строить его в соответствии с возможностями каждого специалиста. Однако максимальная эффективность освоения ССН и закрепления уже сформированных профессиональных компетенций будет достигаться в случае применения качественного и адекватного интерфейса мультимедийного УТС. Достижение такого результата возможно благодаря применению разработчиком определённого метода построения модели, в зависимости от конкретного объекта моделирования, а так же качества контроля и оценки создаваемых объектов компетентными лицами [1].

В заключение стоит сказать, что использование УТС, как способ применения цифровых технологий в образовании, при подготовке специалистов приносит достаточно значимые результаты, и данный вариант подготовки имеет множество предпосылок для дальнейшего развития.

Список литературы

1. Красовский, А.А. Справочник по теории автоматического управления /А. А. Красовский, А. Г. Александров, В. Н. Артемьев В.Н. и др.: под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.

2. Швецов И. Базы данных [Электронный ресурс]/В.И. Швецов. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 218 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/52139.html. – ЭБС «IPRbooks».

3. Юрков Н.К. Интеллектуальные компьютерные обучающие системы / Н.К. Юрков//Пенза: Изд-во ПГУ. – 2010. – 304 с.

УДК 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3-Х МЕРНОЙ МОДЕЛИ В ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

***Расуев У.А.**, студент*
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный

***Алдамов А.И.**, студент*
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный

***Исаев М.И.**, преподаватель*
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, г. Грозный
movladi.isaev@yandex.ru

***Аннотация.** Трёхмерное моделирование – это не просто красивая картинка, а мощный инструмент для создания виртуальной реальности. Виртуальное пространство сегодня уверенно занимает свою нишу практически во всех направления и конечно сектор образования тоже не останется в стороне.*

Не секрет, что с каждым новым днем технологии уходят на шаг вперед и 3D моделирование – не исключение, с каждым днем оно развивается всё больше и больше, образуются новые специалисты, которые уже применяют её в разных сферах и деятельностях

К примеру, можно взять виртуальную лабораторию, которая набирает все больше популярности в разных научных и учебных направлениях.

Современное поколение имеет свою особенность и отличие в образовательном процессе, потому что имеет совсем другой взгляд на цифровые технологии в образовательной среде. В свою очередь для педагогов, это сложно, т.к. есть сформированная образовательная система, от которой сложно уйти. К примеру, в противовес учебникам и тетрадям у современного студента в сумке лежит какой-нибудь гаджет, в котором как раз и находятся книги, тетради, блокноты и т.д. Информационную нишу в образовательном сегменте занимает информационные обучающие системы (ИОС). К примеру, виртуальные лаборатории (ВЛ) применение которых пока что не сильно развито в нашей образовательной системе.

***Ключевые слова**: виртуальная лаборатория, теоретическая механика, механика, виртуальная лаборатория механики.*

THE USE OF VIRTUAL LABORATORIES IN THE STUDY OF THE DISCIPLINE OF THEORETICAL MECHANICS

***Rasuev U. A.**, Student*
Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny

Aldamov A. I*., Student ologies*
Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny

Isaev M. I*., Senior Lecturer*
Chechen State University named after A.A. Kadyrov, Grozny
movladi.isaev@yandex.ru

Annotation. *3D modeling is not just a pretty picture, but a powerful tool for creating virtual reality. The virtual space today confidently occupies its niche in almost all directions and of course the education sector will also not be left out.*

The modern generation has its own peculiarity and difference in the educational process, because it has a completely different view of digital technologies in the educational environment. In turn, for teachers, this is difficult due to the fact that there is a formed educational system, from which it is difficult to leave. For example, in contrast to textbooks and notebooks, a modern student has some kind of gadget in his bag, which contains books, notebooks, notebooks, etc. Informational training systems (ITS) occupy an informational niche in the educational segment. For example, virtual laboratories (VL), the use of which is not yet highly developed in our educational system.

It's no secret that with each new day, technology is going one step forward and 3D modeling is no exception, every day it develops more and more, new specialists are formed who are already using it in various fields and activities

For example, you can take a virtual laboratory, which is gaining more and more popularity in various scientific and educational areas.

Keywords: *virtual laboratory, theoretical mechanics, mechanics, virtual laboratory of mechanics.*

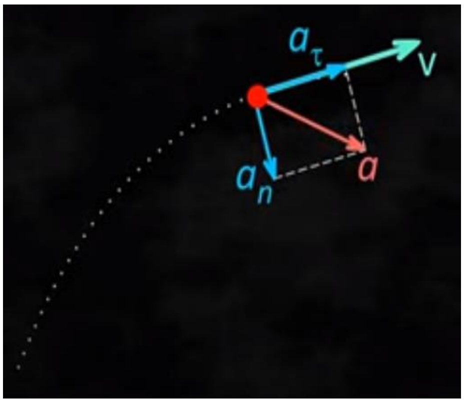
Для выполнения практических и лабораторных занятий по различным дисциплинам такие виртуальные лаборатории являются спасением. К ряду таких дисциплин относится и дисциплина «Теоретическая механика».

В теоретической механике изучаются взаимодействия объектов и их перемещение. Теоретическая механика является транслятором физических изменений в окружающей среде на математический язык. И главным в данной дисциплине, как и во всех математических дисциплинах являются алгоритмы решения задач, а не просто открытие отдельных объектов.

Теоретическая механика – это наука об общих законах механических взаимодействий между материальными точками, твердыми телами и частями механических систем, а также об общих законах движения тел по отношению друг к другу.

Теоретическая механика, преподаваемая студентам в вузах, содержит три раздела: кинематику, статику и динамику [2].

Кинематика – часть теоретической механики, в которой изучаются зависимости между величинами, характеризующими состояние движения систем, но не рассматриваются причины, вызывающие изменение состояния движения (рисунок 1) [2].



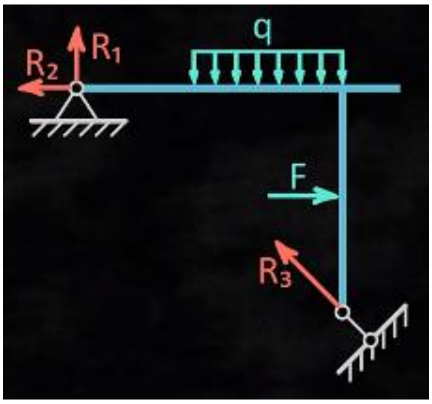


Рисунок 1. Движение точки ***Рисунок 2. Методы твердых***
расчета реакций опор ***тел и составных конструкций***

Статика – это учение о равновесии совокупности тел некоторой системы отсчета. В этом разделе теоретической механики студентами изучаются методы расчета реакций опор твердых тел и составных конструкций (рисунок 2).

Динамика – заключительная, третья часть теоретической механики, в которой рассматривается влияние сил на состояние движения систем материальных объектов (рисунок 3.).

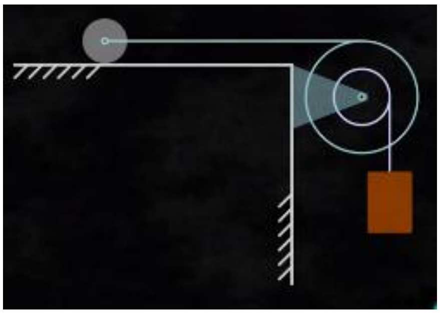


Рисунок 3. Влияние сил на состояние движения систем материальных объектов

И для изучения этих разделов нужно практические и лабораторные занятия проводить в лабораториях по механике. Одним из вариантов решения проблемы отсутствия лаборатории, это использование в педагогической практике виртуальные лаборатории. Виртуальная лаборатория имеет большой функционал и удобную панель для пользования

Проведем анализ виртуальной лаборатории по разделу «Механика» VR-Labs.ru

Основная панель находится с левой стороны в который располагаются все доступные оборудования. У объектов есть описания и параметры, которыми они создаются (рисунок 4.).

Рисунок 4. Основная панель ВЛ

Рисунок 5. Рабочий стол ВЛ

Для создания объекта нужно перетащить карточку в рабочую область. Рабочая область напоминает стол для исследования [1]. У некоторых объектов есть конструктор, позволяющий настроить их свойства перед созданием. Предметы, которые создаются на рабочей области нельзя приподнимать, переворачивать или опрокинуть (рисунок 5.).

Для того что бы повернуть любой другой предмет, нужно не отпуская его крутить колесо мыши. Для удаления объекта достаточно потянуть его в верхний левый или правый угол рабочей области, перед удалением он окрасится в красный цвет, а в углу отобразится иконка корзины. Что-бы удалить все объекты нажимаем на значок метлы слева внизу рабочей области (рисунок 6.).

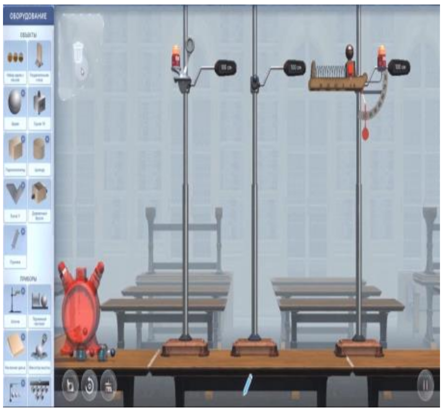


Рисунок 6. Процесс удаления объектов

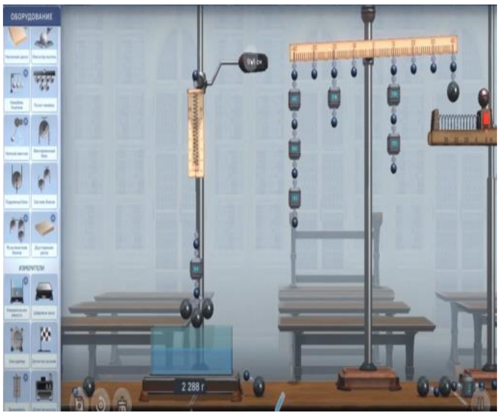


Рисунок 7. Процесс прикрепления объектов к штативу

Предметы на столе можно соединять с помощью коннектора, а у некоторых предметов изначально нет коннектора, но его можно включить в конструкторе. Если создать базовый штатив и прикрепить к нему динамометр и следом подвесить на него груз, а на него повесить деревянный шар с включенным креплением и таким образом в одной точке можно соединить более чем два объекта, а для удобства при соединении так же можно повернуть объект (рисунок 7.).

Если двигать ручку штатива можно отрегулировать высоту держателя. На некоторых объектах есть активные зоны, с помощью которых можно изменять свойства или состояние объектов.

Например, открывать держатель, изменять длину наклонной доски, управлять секундомером или изменять длину маятника.

Функция объектов на которой видна радио точка можно связать между собой, радио точка активирует функции предмета, когда к ним приходит сигнал. Радио точка отправляет сигнал, когда срабатывает функция предмета. Предметы, которые быстро двигаются в рабочей области можно удобно поймать если остановить время в правом нижним углу. Так, например, можно нажать на паузу, затем захватить маятник, время после захвата пойдет дальше, а маятник останется на руках (рисунок 8.).

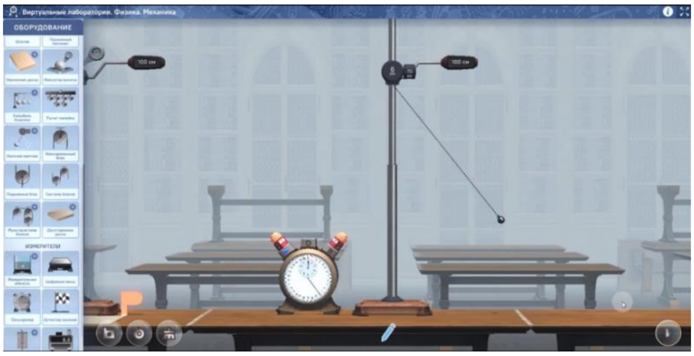


Рисунок 8. Фиксирование объектов на примере маятника

Для того чтобы измерять расстояния в сцене есть линейка ее можно разместить в любом месте, повернуть или изменить его размер если это нужно. Также в этой комбинации есть инструмент, позволяющий рисовать линии на столе либо на динамометре если он создан без шкалы. Во время проведения экспериментов полезно бывает создать точку сохранения, если вдруг мы все сломаем или что-то пойдет не так, а нам хочется многократно повторить опыт с определенного момента можно загрузить временное сохранения.

Создание модели маятника и последующая анимация.

Для пользователей, которые еще не сильно знакомы с программой, интерфейс 3DS Max кажется сложным. При первом запуске 3DS Max пользователя встречает четыре окна это: To, Left, Front, Perspective. Каждая из окон отвечает за какую-либо сторону, но основное редактирование происходит в окне «Perspective» (рисунок 9).

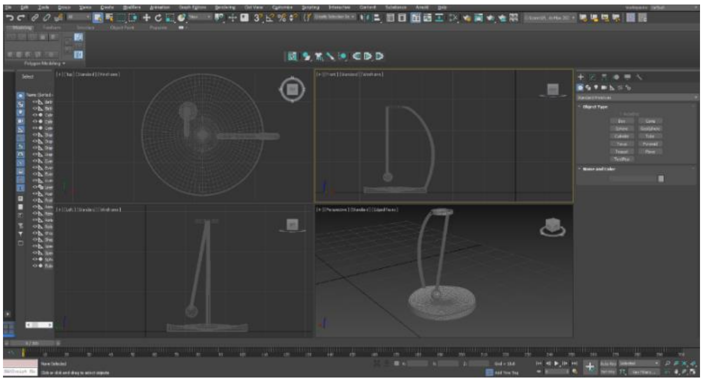


Рисунок 9. Окно создания модели маятника

Для начала редактирования пользователь должен выбирать один из объектов который стандартно находятся на первом фоне в 3DS Max. Объекты в 3DS Max называют примитивами, их в программе множество видов, они созданы для удобства моделинга. Чтобы не углубляться мы будем использовать стандартные примитивной это бокс, цилиндр, сфера и так далее (рисунок 10).

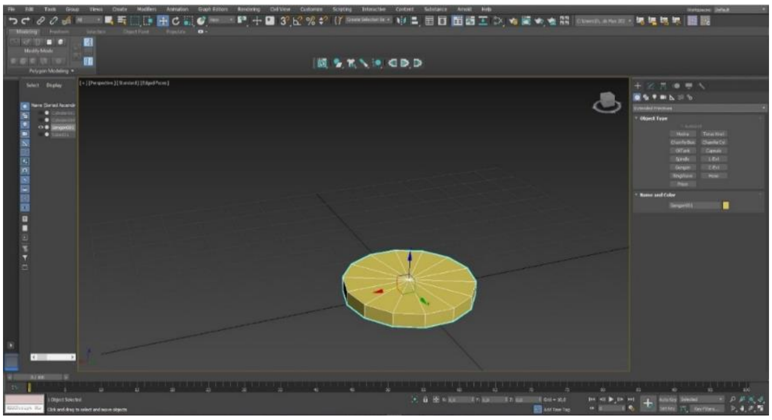


Рисунок 10. Моделирование примитива под основание маятника

Если нет фантазии или идей для создания каких-либо объектов, то на помощь приходят референсы. Референсы, помогают сделать ту базу, с которой в дальнейшем будет проходить моделирование. Референсы является одной из основных частей при моделировании (рисунок 11).

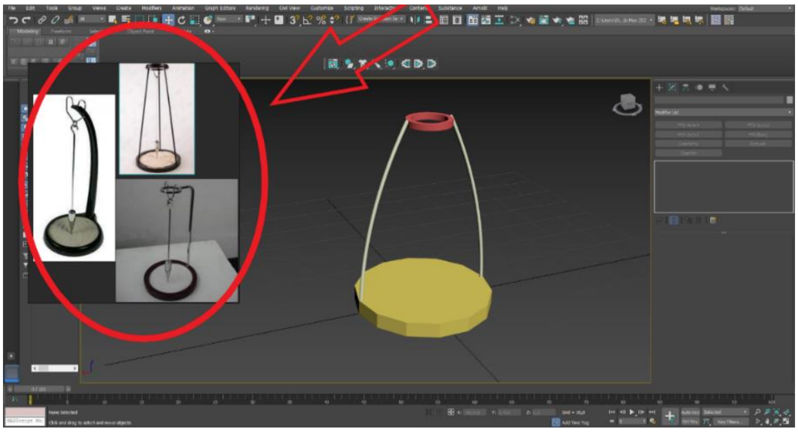


Рисунок 11. Определение референсов

Данная работа нацелена на создание маятника, а для того чтобы создать маятник нужно найти несколько референсов в интернете или вокруг себя. Далее найденный объект можно сфотографировать со всех сторон для того чтобы понять именно на что надо ориентироваться в процессе создания модели.

Референсы используются по-разному, можно полностью смоделировать модель с объекта, так же можно взять за основу объект и смоделировать нужную модель основываясь на формы объекта. В итоге пользователь получить более реальную модель без каких-либо искажений (рисунок 12).

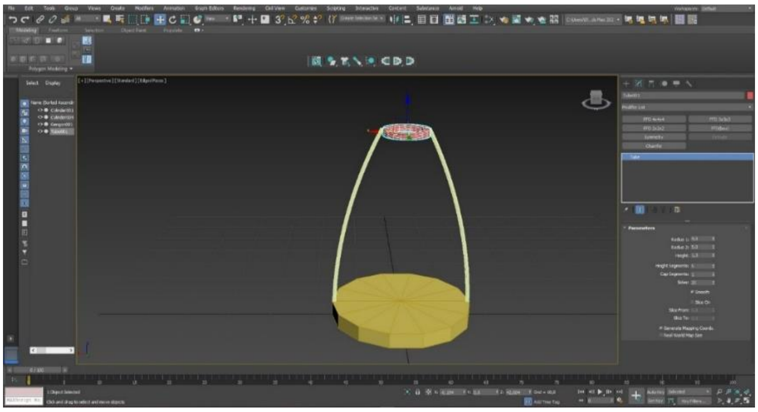


Рисунок 12. Основа модели маятника

Список литературы

1. Акулич, М. Дополненная, виртуальная, смешанная реальность и маркетинг / М. Акулич. - М.: Издательские решения, 2015. - 869 с.

2. Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие для студ. вузов, обуч.по техн. спец./И. В. Мещерский: под ред.В.А.Пальмова, Д.Д.Меркина.-45-е изд., стер.- СПб. и др.: Лань, 2009.-447 с. 2.

УДК 378

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Самарай В.П., *кандидат технических наук, доцент.*
Национальный технический университет Украины "КПИ им.И.Сикорского"
г. Киев, e-mail: samara_univ@gmail.ru

Шахгериев М.А-В., *старший преподаватель*
Чеченский государственный педагогический университет, г. Грозный
e-mail: shahgerievm@gmail.ru

Шахгериев Т.М. *аспирант*
Чеченский государственный университет, г. Грозный,
e-mail: insidiousa27@gmail.ru

Аннотация. *В данном исследовании предложены основные средства автоматизации, компьютеризации и информатизации учебного процесса на основе принципов кибернетики, системного анализа и теории моделирования; описан практический опыт внедрения информатизации в образование.*

Ключевые слова: *методы системного анализа, моделирование, оптимизация, прогнозирование, диагностика, кибернетика; модели оптимизационные, имитационные, регрессионные, эвристические, модели систем массового обслуживания (СМО), модели теории игр.*

INFORMATION TECHNOLOGIES OF EDUCATION

***Samarai V.P.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.*
National Technical University of Ukraine “I.Sikorsky KPI" Kiev ,
e-mail: samaraj_univ@gmail.ru

***Shakhgeriev M.A.-V.**, Senior Lecturer*
Chechen State Pedagogical University, Grozny, e-mail: shahgerievm@gmail.ru

***Shakhgeriev T.M.** Postgraduate student*
Chechen State University, Grozny, e-mail: insidiousa27@gmail.ru

***Abstract**: the main means of automation, computerization and informatization of the educational process on the basis of the principles of cybernetics, systems analysis and modeling theory are proposed. The practical experience of introducing informatization into education is presented.*
***Keywords:** methods of system analysis, modeling, optimization, forecasting, diagnostics, cybernetics; optimization, simulation, regression, heuristic models, queuing systems (QS) models, game theory models.*

В настоящее время важное значение для научного и практического использования во всех сферах и отраслях экономики и образования имеет применение методов системного анализа: моделирования, оптимизации, прогнозирования, диагностики, особенно в условиях неопределенности, риска, неполной информации и противодействия в рыночной экономике, при кризисных явлениях и в других форсмажорных обстоятельствах и условиях.

Кроме того, информационные технологии и компьютеризованные системы являются мощными интеграторами информации во всех отраслях знаний, в т.ч. в учебных процессах. Следует отметить, что именно компьютерные технологии вместе с рейтинговой системой должны способствовать повышению качественного уровня знаний студентов, дипломированных специалистов и всех желающих при повышении квалификации.

Несмотря на достигнутые успехи подобные технологии и системы для компьютеризации, автоматизации и повышения информационной эффективности во всех отраслях и в учебных процессах находятся всего лишь на стадии разработки. Для их качественного создания и адаптации необходимо решить ряд задач, среди которых следует выделить наиболее сложные: разработку методического обеспечения; стандартизацию и унификацию средств вычислительной техники и программных разработок (например, учебные генераторы задач, программы для тестирования, диагностики, моделирования, прогнозирования, оптимизации). Главной проблемой остается отсутствие координации разработчиков и отсутствие единой системы подготовки компьютерных программ и пользователей.

От молодого специалиста сразу после обучения нужны не только профессиональные знания, но и умение эффективно применять на практике самые современные информационные технологии и системы. Государство имеет право ожидать от молодого специалиста максимальной отдачи в современных условиях, однако эффективную работу с творческим использованием всех достижений информационных технологий специалист сможет проявить, если программное обеспечение (ПО) ему знакомо или близко к тому, что изучалось в институте. Таким образом, информатизация учебного процесса должна происходить путем использования готового и собственного ПО: учебно-игрового, оптимизационного, диагностического, прогнозирующего, моделирующего, учебных генераторов задач, учебных тренажеров, систем управления базами данных (СУБД), систем автоматического проектирования (САПР), регулирования (САР), управления (САУ), экспертных систем (ЭС), геоинформационных систем (ГИС), нейронных сетей (НС) и других программ искусственного интеллекта и пр.

Сложность разнообразных нерешенных производственных и научных задач в целом в образовании, экономике, а также непосредственно в конкретных отраслях промышленности, например, в машиностроении, металлургии и в литейном производстве требует от всех студентов, аспирантов, научных сотрудников, инженеров и преподавателей более активно вовлекаться в самые современные кибернетические методы и методы системного анализа. Жесткие реалии и неопределенность настоящего требуют более системно и планово, постоянно изучать, разрабатывать, исследовать, применять и внедрять все **шесть основных известных видов моделей и методов моделирования**: оптимизационные, имитационные, регрессионные, эвристические, модели систем массового обслуживания (СМО), модели теории игр, а также другие модели и методы. Особенное значение имеет внедрение самых современных направлений прикладного системного анализа и кибернетики именно для традиционно отсталых отраслей, например, литейного производства.

Результаты научной и практической работы сотрудников и студентов академий, университетов, институтов и кафедр, научно-исследовательских институтов должны реализовываться и отображаться в следующих научных и образовательных достижениях и направлениях:

- методические рекомендации; лабораторные работы; действующие компьютерные программы; электронные и дистанционные конспекты лекций и монографии, созданные с учетом требований системного анализа.

- разнообразные динамические, статические и имитационные компьютерные модели СМО.

- статистические методы для анализа данных и построения регрессионных моделей при решении образовательных, кадровых, научных, экономических и производственных и других задач посредством надстроек «Анализ данных» и «Поиск решения», а также соответствующих функций: “тренды”, “линейн” и “регрессия”, (линейная регрессионная модель); “логарифмическое приближение”, “экспоненциальное сглаживание”; “рост”, “тенденция”, “мастер подстановки”; “скользящее среднее” или обычные матричные операции.

- использование надстройки «поиск решения» для решения разнообразных оптимизационных задач и преобразованных задач теории игр.

- разработка, патентование, внедрение и использование в учебном процессе эвристических методов и моделей в среде MS Excel и других математических программах, а также разработка посредством алгоритмических языков особых методов моделирования, которые позволяют проводить планирование, оптимизацию, моделирование, прогнозирование и диагностику оснастки, оборудования, дефектности, технологических параметров на всех этапах производства, поставки и хранения материалов, перевозок, расписаний, назначений на должности, расположения предприятий и их филиалов, разнообразных состояний (производственных и экономических процессов и отношений, материаловедческие исследования на макро- и микроуровнях, анализ и оценку банкротства и платежеспособности в банковской сфере и экономике, например, на уровне макро- и микроэкономики для всей экономики, целых отраслей и отдельных предприятий и их кадрового, финансового, материального, энергетического планирования), которые по существу могут быть действующими экспертными экспериментальными системами.

- имитационные модели, подходы и интерфейсы, которые позволяют методом перебора прогнозировать весь спектр результатов производственных процессов, эконометрических моделей в заданных диапазонах изменений факторов многомерного пространства, анализировать и выдавать результаты вычислений в удобной и понятной табличной и графической формах. Имитационные модели также позволяют создать самые эффективные имитационные модели СМО и имитационные модели перебора для построения и решения оптимизационных задач, основанных на методах математического программирования.

- аналитическое исследование экономик ряда стран, их сравнение и построение моделей взаимозависимости, прогноза, оптимизации и диагностики состояния и развития стран, отраслей экономики, отдельных предприятий и моделей прогноза потенциальных возможностей усиления взаимного сотрудничества между разными странами, отраслями и предприятиями и их оптимизации.

- использование оптимизационных потоковых (сетевых) моделей математического программирования для исследования и решения прикладных коммуникационных, логистических, организационных и экономических задач медицины, сельского хозяйства, машиностроения, металлургии, а также задач оценки и обеспечения безопасности информационных, транспортных и коммуникационных сетей на предприятиях, в масштабах районов, регионов и за их границами – на уровне государства и мировой экономики.

- активное внедрение и использование алгоритмических языков (в первую очередь для объектного программирования): VB, VBA, DELPHI, ASSEMBLER и символьный ASSEMBLER, HTML, JAVA, RUBI, LISP, СИ, реляционные базы данных ACCESS, CLIPPPER, DBASE, SQL и другие, в том числе реляционные и иерархические.

- студентами и специалистами должны активно изучаться, исследоваться и сравниваться между собой все известные архитектуры вычислительных и коммуникационных систем и сетей и методы их обслуживания, настройки, защиты и усовершенствования; методы распараллеливания вычислительных процессов для задач мощного времязатратного моделирования.
- отдельно должны изучаться, разрабатываться и внедряться геоинформационные системы (ГИС).
- автоматизированные системы (САПР, САУ, САР), которые являются между собой связанными.
- новые общие и специфические приемы и методы моделирования.
- исследования, внедрение и практическое применение известных и оригинальных экономико-математических моделей для всех отраслей экономики.
- изучение, исследование и применение CASE- и ERP-систем.
- облачные вычисления.

Традиционно наибольшим успехом и спросом всех научных работников, студентов и преподавателей в прикладном анализе пользуются статистические методы, например регрессионный, кластерный, дискриминантный, дисперсионный, факторный, ковариационный, корреляционный, причинный, латентно-структурный и др.. анализы, которые используются для прогнозирования, диагностики, оптимизации, анализа, тестирования, а также распознавания образов, классификации, систематизации, идентификации и кластеризации, оценки связи между явлениями и процессами, отдельными факторами и откликами. Дополнительно корреляционный анализ используется для определения мультиколинеарности эконометрических моделей, а дисперсионный анализ - для проверки адекватности моделей, серийной-, автокорреляции и гетероскедастичности (прежде всего для эконометричних моделей).

Для моделирования, прогнозирования, диагностики используются: имитационные модели, регрессионный анализ, теория игр, оптимизация графов, математическое программирование и эвристическое прогнозирование, методы экспертных систем и нейронных сетей, теория алгоритмов, теории множеств и нечетких множеств, принятия решений, теории хаоса, катастроф, теория массового обслуживания (ТМО). Отдельное внимание необходимо уделять когнитивным сетям, клеточным и конечным автоматам, Марковским цепям, сетям Петри, синергетике; дробно-линейной, динамической, стохастической, параметрической, поточной, блочной, многоиндексной, булевой, сепарабельной, целочисленной, квадратичной, бесконечномерной и многокритериальной оптимизации.

Крайне необходимо внедрение в учебный и научный процессы, а также в производство аналитических, статистических, имитационных, мощных численных методов моделирования – метода конечных элементов (МКЕ, FEM), метода конечных разностей (МКР, FDM), метода конечных объемов (МКО, FVM) и соответствующих **программ моделирования на прочность и другие характеристики материалов** (NASTRAN, ANSYS, VirtualLAB, FEMLab и др.); программ моделирования различных, например, **литейных процессов – LVM-Flow, MOLDCAST**, MagmaSOFT, Полигон; универсальных программ **трехмерного CAD-CAM-CAE моделирования** (3D STUDIO MAX, MicroSTATION, AutoCAD, SolidWORKS, Pro/Ingeneer, CATYA, КОМПАС, СПРУТ, Т-ФЛЕКС, PowerShape/PowerMill Unigraphics, Cimatron DYUNA и другие) с применением технологий для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), стереолитографии и 3D-принтеров для быстрой печати необходимых макетов, дизайн-моделей, моделей будущих изделий, деталей, отливок, литейных стержней и форм.

Чрезвычайно актуальным является привлечение в учебный процесс и научные исследования методов анализа иерархий, группового учета аргументов (МГУА) и DELFI; специальных алгоритмических языков для имитационного моделирования (например GPSS и др.); универсальных математических программ для моделирования (MS EXCEL, MathCAD, MathLAB, LabVIEW, STATISTIKA, MAPLE, МАТЕМАТИКА); новейших и известных биокибернетических методов оптимизации, моделирования и прогнозирования; современных методов экспертных систем диагностики и прогнозирования (например теории Байеса, методов линейных дискриминантных функций, Вальда, Генеса, Сано, Тамимото, методов последовательного статистического анализа; фазового пространства; идентификации; поиска прецедента; логического базиса), а также методов, разнообразных программ и схем нейронных сетей (продукционные, фреймовые, вероятностные, семантические сети), а также подходов стохастического, параметрического и динамического программирования, в т.ч. методами Беллмана и с применением принципа максимума Понтрягина. Остается актуальным внедрение и активное использование многокритериальной и дробно-линейной оптимизации и активное привлечение для исследований оптимального расположения производств, геоинформационных систем (ГИС) и соответствующих методов моделирования и статистического анализа.

Все выше названное – все математические методы, методы кибернетики, системного анализа, исследования операций и моделирования могут быть применены и использованы для построения дистанционного образования, качество которого как раз зависит от наибольшего и наилучшего использования вышеупомянутых подходов и достижений, а также практических примеров реализации и внедрения и пользуется спросом во всех отраслях промышленности: в медицине, сельском хозяйстве и многих других. Соответственно для реализации таких учебных дистанционных проектов необходимо привлекать самые современные технологии и алгоритмические языки программирования для INTERNET: DHTML, XML, FLASH, RUBI, JAVA, JAVA SCRIPT, PERL, PHP и другие.

Список литературы

1. Васильков, А.В. Информационные системы и их безопасность: Учебное пособие / А.В. Васильков, А.А. Васильков, И.А. Васильков. - М.: Форум, 2013. – С. 528.

2. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии: учебник для среднего профессионального образования / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — С.383.

3. Гришин, В.Н. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебник / В.Н. Гришин, Е.Е. Панфилова. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – С. 416.

4. Демин, А. Ю. Информатика. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. Ю. Демин, В. А. Дорофеев. — Москва: Издательство Юрайт, С.2019. — 133.

5. Зимин, В. П. Информатика. Лабораторный практикум в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. П. Зимин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, С.2019. — 126.

6. Кедрова Г. Е.Информатика для гуманитариев: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Г. Е. Кедрова [и др.] ; под редакцией Г. Е. Кедровой. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. —С. 439.

УДК 377.1

ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ УЧИТЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЮ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У ШКОЛЬНИКОВ

Слепухин А.В., *доцент, кандидат педагогических наук*
ГАОУ ДПО СО «Институт развития образования», г. Екатеринбург
e-mail: ikto2016@gmail.com

Аннотация. *В контексте перестройки современного общества на цифровые технологии выделяется проблема подготовки учителей к формированию и развитию компонентов компетенций цифровой экономики у обучающихся средней школы. Цель описываемого исследования: представить вариант наполнения содержательно-деятельностной компоненты методики обучения учителей, которая может быть использована как в системе послевузовской подготовки, так и в системе профессионального педагогического образования в вузе или колледже. На основе анализа литературных источников и нормативных документов, обобщения результатов теоретических исследований и эмпирического опыта предложен вариант наполнения содержательно-деятельностной компоненты методики подготовки учителей к* *формированию, развитию и диагностике уровня сформированности компонентов компетенций цифровой экономики у обучающихся. Отдельные действия из предложенной совокупности видов деятельности проиллюстрированы примерами.*

Ключевые слова*: методика подготовки учителей, формирование компетенций обучающихся, компетенции цифровой экономики, цифровые технологии.*

ELEMENTS OF TEACHERS' TEACHING METHODS FOR THE FORMATION OF DIGITAL COMPETENCIES AT STUDENTS OF THE SCHOOL

Slepukhin A.V.*, associate professor, candidate of pedagogical sciences*
Institute of the Development of Education, Russia, Yekaterinburg
e-mail: ikto2016@gmail.com

Annotation. *In the context of the restructuring of modern society to digital technologies, the problem of preparing teachers for the formation and development of components of the competence of the digital economy among secondary school students is highlighted. The purpose of the described research: to present a variant of filling the content-activity component of the teacher training methodology, which can be used both in the system of postgraduate training and in the system of professional pedagogical education at a university or college. Based on the analysis of literary sources and normative documents, generalization of the results of theoretical research and empirical experience, a variant of filling the content-activity component of the methodology for preparing teachers for the formation, development and diagnosis of the level of formation of the components of the digital economy competencies in students is proposed. Individual actions from the proposed set of activities are illustrated with examples.*

Keywords*: teacher training methodology, the formation of students' competencies, competencies of the digital economy, digital technologies.*

Введение. Тенденции цифровизации образования и других сфер жизнедеятельности современного общества требуют анализа и дополнительного осмысления педагогическим сообществом методики обучения учителей умениям формировать, развивать и диагностировать уровень сформированности у обучающихся школы цифровых компетенций как на технологическом, так и методологическом уровнях. На необходимость формирования профессиональных компетенций педагога, связанных с подготовкой специалистов цифровой эры, указывается в новых стандартах основного общего и высшего образования ([3; 15]), ряде нормативных документов ([4; 5]) и теоретических исследований ([2; 14] и др.). Сказанное обуславливает актуальность разработки содержательно-деятельностной компоненты методики подготовки учителей, обеспечивающей их готовность к формированию у обучающихся компетенций цифровой экономики.

В рамках анализа существующих результатов исследований, связанных с проектированием компонентов методики подготовки (в частности, [1; 9; 12; 13] и др.), выделяя такой деятельностный компонент методической системы как проектирование метода(ов) обучения и соответствующей им учебно-познавательной деятельности, отметим результаты разработки системы методов обучения (исследование И.Н. Семеновой [6; 7]) для современной образовательной парадигмы, которые позволяют спроектировать систему педагогической деятельности, целенаправленную на формирование компетенций, в том числе, компетенций цифровой экономики.

В контексте сформулированного суждения определим **цель исследования**: представить вариант наполнения методики подготовки учителей к формированию компетенций цифровой экономики содержательно-деятельностным компонентом, соответствующим системе методов обучения, оптимально выбранных или разработанных с учетом психолого-педагогических условий и гарантирующих формирование определенного уровня компонентов компетенций цифровой экономики.

Методика и организация исследования. Наполнение указанной компоненты методики проведем на основе общей теории деятельности (А.Н. Леонтьев, В.Д. Шадриков), сущности деятельностного и компетентностного подходов, принципе целостности (в трактовке В.А. Беликова, В.Н. Садовского, Э.Г. Юдина), а также установленного нами в [10] соответствия компонент методики подготовки компонентам самих компетенций цифровой экономики. Использование указанных методологических оснований приведет учителей (и студентов) к пониманию сущности целенаправленной деятельности не только по формированию целевых категорий, но и их дифференциации, в соответствии, например, с таксономией Б. Блума (знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка), а также к формированию у обучающихся готовности к самостоятельному проектированию методики организации учебно-познавательной деятельности школьников в условиях цифровизации образования.

Результаты исследования и их обсуждение. Для иллюстрации сущности наполнения методики послевузовской подготовки учителей (а также студентов педагогических специальностей) выделим совокупность базовых и дополнительных видов педагогической деятельности. Уточняя результаты [12], к базовым видам отнесем:

- смещение акцентов на личностные и метапредметные результаты при формулировании целей и результатов учебно-познавательной деятельности (в соответствии с ФГОС ООО [3]);
- детализация (декомпозиция) результатов обучения – доведение пооперационного состава деятельности до надежно опознаваемых, а значит, и

диагностируемых видов деятельности в соответствии с психолого-педагогической характеристикой контингента обучающихся;

- дифференциация целей и результатов обучения по уровням сформированности компетенций с предварительным анализом различных подходов к выделению уровней сформированности компетенций, выделением конкретного подхода и обоснованием выбора;
- установление связи полученных при детализации действий и операций с уровнями сформированности компонент компетенций в соответствии с таксономией Б. Блума;
- анализ и выделение инвариантной и вариативной составляющих полученных при дифференциации результатов в случае ориентации на разный исходный уровень цифровой грамотности контингента обучающихся;
- конкретизация результатов в зависимости от возраста, ступени обучения, а также в зависимости от дидактического потенциала изучаемого материала конкретного раздела (темы) предметной области для развития компонентов разных групп компетенций.

К дополнительным видам деятельности отнесем:

- подбор или формулирование специальных учебных, учебно-практических и учебно-познавательных задач и заданий, направленных на формирование (развитие) отдельных компонент компетенций;
- проектирование форм организации учебно-познавательной деятельности с использованием цифровых технологий;
- выбор классификации методов обучения с предварительным выбором основания классификации при его сопоставлении с целевыми установками;
- выбор или проектирование метода(ов) обучения из выбранной классификации с точки зрения оптимальности (эффективности) для определенного контингента обучающихся в технологии, описанной в [8];
- составление диагностических заданий, направленных на оценивание и формирование у школьников умений самооценивания результатов учебно-познавательной деятельности;
- составление фонда оценочных мероприятий с указанием вида мероприятия, вида деятельности, используемых средств цифровых технологий, средств информационной образовательной среды учебного заведения;
- проектирование форм учебных занятий в соответствии с выбранными компонентами педагогической технологии или модели обучения.

Проиллюстрируем примерами отдельные из базовых видов деятельности.

Для одной из компонент базовых компетенций цифровой экономики – «планирование путей достижения целей», относящейся к группе «ориентированность на результат» ([1]) – представим вариант выделения пооперационного состава деятельности (с опорой на [10, 11]):

· подбор учебно-познавательной информации для поиска учебных (или практико-ориентированных или профессионально-ориентированных) проблем, а также их решения;

· анализ познавательной информации (материала) с точки зрения … (выделения данных, требуемых величин; выделения главного; выделения свойств и признаков изучаемого явления, процесса или объекта и т.д.);

· сопоставление фрагментов познавательной информации с определенной точки зрения;

· по возможности обобщение или систематизация фрагментов учебно-познавательной информации;

· анализ возможных видов деятельности по обработке информации;

· расположение видов деятельности в определенном (логическом или др.) порядке;

· составление плана возможных действий для достижения конкретного результата;

· выделение инвариантной и вариативной части составленного плана;

· анализ характеристических особенностей выделенных частей с целью их распределения на инвариантную и вариативную;

· указание причин и зависимостей изменения элементов плана от изменения ситуации (цели, вида деятельности или другого основания или условия);

· выделение или формулирование критериев рациональности (оптимальности, эффективности) с комментарием их сущности и назначения;

· согласование критериев с одноклассниками, с учителем;

· формулировка вывода о рациональности, эффективности плана действий в зависимости от конкретной ситуации;

· формулировка рекомендаций по составлению плана достижения цели деятельности.

Обобщая результаты детализации в рассмотренном примере, отметим следующее:

1) декомпозицию целесообразно продолжить до тех пор, пока не станет очевидным получение однозначного диагностического вывода о выполнимости или невыполнимости действия (глубина декомпозиции может варьироваться в зависимости от наполненности, трудности действий);

2) полученные при декомпозиции формулировки целесообразно сравнить и обобщить до формулы получения грамотной формулировки результатов обучения:

результат = действие + объект + контекст,

(например, действие – выделение, объект – части плана, контекст – вариативная и инвариантная составляющие);

3) выделенный пооперационный состав деятельности автоматически приводит к формулированию (подбору) учебных, учебно-познавательных заданий (например, «составь план (само)подготовки к решению геометрических задач повышенной сложности», «объясни значимость для практики

(жизненных ситуаций) реализованных на занятии учебно-познавательных видов деятельности» и т.д.;

4) глаголы-действия, полученные при декомпозиции, целесообразно рассматривать и как глаголы-конструкторы для формулирования соответствующих диагностических заданий.

Приведем пример дифференциации полученного пооперационного состава деятельности. В качестве основания для дифференциации выберем ориентацию на целевые категории согласно таксономии Б. Блума и на базовый и продвинутый уровни (табл. 1).

Таблица 1.

Пример дифференциации пооперационного состава деятельности

целевые категории	базовый уровень	продвинутый уровень
знание (воспроизведение)	перечисление в случайном порядке шагов действий для составления плана	перечисление в определенном порядке шагов действий для составления плана
понимание	указание причин изменения элементов плана	указание зависимости изменения шагов деятельности от разных причин (ситуаций)
применение	составление плана возможных действий для достижения учебных целей	составление плана возможных действий для достижения практико-ориентированных или профессионально-ориентированных целей
анализ	анализ учебного материала, необходимого для реализации шагов плана деятельности	выделение критериев для оценивания (самооценивания) результатов составления плана деятельности
синтез	формулировка рекомендаций по составлению плана	рефлексия собственных результатов деятельности и процесса деятельности
оценивание	сопоставление собственного варианта плана действий с планом действий одногруппника	оценивание результатов деятельности по выделенным критериям

Для конкретизации полученных формулировок результатов обучения необходимо их уточнить для конкретной темы (раздела) предметной области (учебной дисциплины).

В дальнейшем результат декомпозиции, дифференциации и конкретизации будет являться основой для проектирования фонда возможных оценочных мероприятий (эссе, опрос, собеседование, наблюдение, анкетирование и т.д.), уточнения средств оценивания и диагностики (средств цифровых технологий для опроса, тестирования, экспертного оценивания и др.) уровня сформированности компонентов цифровых компетенций.

Выводы. Отметим характеристическую особенность представленного варианта наполнения методики подготовки учителей: рассмотренная совокупность видов деятельности представляет целенаправленный процесс, обеспечивающий организацию учебно-познавательной деятельности, направленной на понимание сущности самой методики как *цели* и *предмета* обучения в процессе самостоятельного учебного и в дальнейшем профессионального видов деятельности.

Представленный вариант наполнения содержательно-деятельностной компоненты методики подготовки учителей, не претендуя на полноту, будет, с нашей точки зрения, являться основой в дальнейшем для построения структурно-функциональной модели методики подготовки учителей к формированию у обучающихся компонентов компетенций цифровой экономики.

Для реализации рассматриваемой методики подготовки учителей необходимо разработать соответствующее методическое обеспечение.

Список литературы

1. Ковалева, Е. С. Анализ совокупности базовых компетенций цифровой экономики с точки зрения возможности их формирования у обучающихся профильных классов. – Текст непосредственный / Е.С. Ковалева, А.В. Слепухин // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий: межвузовский сборник научных работ; ред. Л. В. Сардак. – УрГПУ. Екатеринбург. – 2020. – С. 41–47.

2. Куприяновский, В. П. Навыки в цифровой экономике и вызовы системы образования. – Текст непосредственный / В.П. Куприяновский, В.А. Сухомлин, А.П. Добрынин и др. // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т.5. – №1. – С. 19–24.

3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 №287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64101). – Текст электронный. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027 (дата обращения: 19.06.21).

4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. – Текст электронный. – URL: http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf (дата обращения 25.06.21).

5. Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 г. – Текст электронный. – URL: http://spkurdyumov.ru/uploads/2017/05/strategy.pdf (дата обращения: 09.07.21).

6. Семенова, И. Н. Определение методов обучения в системе профессионального образования и проблема их классификации в современной образовательной парадигме. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова // Вестник Чувашского гос. пед. университета. – 2016. – №1. – С. 139–145.

7. Семенова, И. Н. Наполнение матрицы «современной» парадигмы для выделения значимых методов обучения при подготовке педагогических кадров. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин, Е.Н. Эрентраут // Педагогическое образование в России. – 2019. – №9. – С. 122–128.

8. Семенова, И. Н. Учебный алгоритм для формирования у студентов педагогических вузов умения конструировать методы мобильного обучения. – Текст непосредственный / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин, Е.Н. Эрентраут // Вестник Челябинского гос. гум.-пед. университета. – 2019. – №4. – С. 215–230.

9. Слепухин, А. В. Проектирование компонентов методики формирования профессиональных умений студентов педагогических вузов в условиях использования виртуальной образовательной среды. – Текст непосредственный / А.В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2016. – №7. – С. 82–90.

10. Слепухин, А. В. Наполнение содержательно-деятельностной компоненты методики подготовки студентов педагогических специальностей к формированию у обучающихся компетенций цифровой экономики. – Текст непосредственный / А.В. Слепухин, И.Н. Семенова // Педагогическое образование в России. – 2020. – №1. – С. 87–93.

11. Слепухин, А. В. Особенности организации самостоятельной работы студентов с использованием облачных технологий в контексте компетентностного подхода. – Текст непосредственный / А.В. Слепухин, И.Н. Семенова, И.А. Щербина // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2019. – №3 (200). – С. 86–95.

12. Слепухин, А. В. К вопросу о подготовке студентов педагогических специальностей к формированию у обучающихся компетенций цифровой экономики // Первая международная научная конференция по проблемам цифровизации: EDCRUNCH URAL-2020: сб. статей. – Екатеринбург: ИТОО УрФУ, 2020. – С. 284–292. – Текст электронный. – URL: https://edcrunch.urfu.ru/article (дата обращения 14.06.21).

13. Слепухин, А. В. Сопоставление компетенций цифровой экономики с компетенциями выпускников системы СПО / А.В. Слепухин, О.И. Усольцева // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий: межвузовский сборник научных работ. – Текст электронный / Уральский гос. пед. университет; науч. ред. Л. В. Сардак. – Электрон. дан. – Екатеринбург: [б. и.], 2021. – С. 70–75.

14. Стариченко, Б. Е. Цифровизация образования: иллюзии и ожидания. – Текст непосредственный / Б.Е. Стариченко // Педагогическое образование в России. – 2020. – №3. – С. 49–58.

15. Утвержденные ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов 3++ по направлениям бакалавриата, магистратуры, специалитета. – Текст электронный. – URL: http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24 (дата обращения: 15.08.21).

УДК 004

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Эдиев А.М., *старший преподаватель, кафедры прикладной информатики*
Чеченского государственного педагогического университета
Ediev-alikhan@mail.ru

Аннотация. *В настоящий момент беспроводные сети стали неотъемлемой частью нашей жизни. Они призваны обеспечивать взаимодействие пользователей с различными базами данных посредством обмена цифрового сигнала через радиоволны. В данной статье проводится анализ и сравнение технологий беспроводных сетей для выбора сети разработки датчиков обеспечения для мониторинга пространства приграничных территорий.*
Ключевые слова: *Информационная сеть, информационная система, информационные технологии, инфологическое моделирование.*

WIRELESS INFORMATION TECHNOLOGY

Ediev A.M., *Senior Lecturer, Department of Applied Informatics*
Chechen State Pedagogical University, Ediev-alikhan@mail.ru

Annotation. *At the moment, wireless networks have become an integral part of our lives. They are designed to provide user interaction with various databases through the exchange of a digital signal through radio waves. This article analyzes and compares wireless network technologies for choosing a network for developing support sensors for monitoring the space of border areas.*
Keywords: *Information network, information system, information technology, infological modeling.*

Информационные технологии достигли высокого уровня развития. Сегодня трудно представить образовательный процесс без информационных технологий, подключенные к компьютеру, на котором подключена сеть Интернет или как ее еще называют информационная образовательная сеть.

Под образовательной информационной сетью организации понимается коммуникационная сеть, с помощью которой производится создание, хранение, переработка и использование информации. В подобных сетях происходит взаимодействие разных категорий пользователей.

Информационные технологии или информационная сеть характеризуется наличием управляющих структур и конечным пользователем. Управляющей системой является сервер, предоставляющий ресурсы общего пользования, и дает администратору объединит несколько компьютеров в информационных сетях.

Переход от локальных проводных сетей к беспроводным сетям стали необходимостью в компьютерных аудиториях. Преподаватели и администраторы сети ВУЗа не всегда могут уследить за всем вокруг компьютерных классов. Студенты обрывают кабеля проводных сетей, иногда не по осторожности, а в некоторых случаях умышлено из-за своей не воспитанности. И вообще проводные сети громоздки по себе. Торчащие кабеля от роутера, которые иногда сильно запутываются, выводя из строя всю сеть. Для того, чтобы решить данную проблему на помощь приходят технологии беспроводных сетей, которые очень компактны и удобны. Статья **актуальная,** так как переход от проводных сетей к беспроводным сетям решает ряд проблем, которые описаны выше. Конечно, для решения этих проблем надо разобрать суть проблемы, создать информационную систему настройки и управления беспроводной сетью. Ведь настройка сети для ВУЗовских компьютерных классов это задача не из легких. Ведь там надо предусмотреть все, надо ограничить доступ к нежелательным Интернет-ресурсам, и открыть быстрый и легкий доступ к образовательным программам и материалам.

Технологический процесс состоит из трех этапов. Целью первого этапа является сбор, регистрация и передача данных для дальнейшей обработки. Результатом является создание макета информационной системы беспроводной сети. Цель второго этапа - перенос данных на машинные носители и первоначальное формирование информационной системы. Третий этап включает операции накопления, сортировки, корректировки, обработки данных и выдачи результатов.

При этом требуется учитывать следующие требования:

-обрабатываемая информация должна быть достоверной;

-задачи должны решаться в определенные установленные временные сроки;

- должно затрачиваться минимум ресурсов на обработку данных;

-должна быть возможность обработки данных компьютерными средствами;

- задачи должны решаться в различных режимах.

Эти требования могут быть выполнены за счет нескольких факторов:

- уменьшение количества операций, это особенно касается ручных операций;

- разработка системы жесткого контроля вводимой информации;

-поднятия уровня квалификации пользователей, повышение и улучшение условий труда, что приведет к повышению производительности.

На выбор способа сбора, регистрации и передачи данных влияют следующие факторы:

- расстояние, на котором находятся источники информации от отрабатывающего данных центра;

- возможность связи с источниками информации по выделенным каналам связи. [5]

В современном мире использование вычислительной техники дает большие преимущества в процессе производительности. Замена традиционных методов обработки на современные автоматизированные системы дают плоды. Ускоряется процесс переработки информации, и предоставляемых услуг.

В настоящее время роль компьютерной техники в деятельности невозможно переоценить. На смену огромным книгам записи приходят быстрые и компактные базы данных. Вместо выписки счета в несколько сотен позиций вручную, документ оформляется компьютером в несколько секунд.

Внедрение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности ознаменовалось не только очевидным ростом эффективности, но и высветило уже давно требующие решения проблемы, которые связаны с устаревшими технологиями организации хозяйственных и производственных процессов. К таким проблемам относится и парадоксальная на первый взгляд проблема качественного доступа к сети Интернет в учебных образовательных учреждениях в школах. Настройка беспроводной сети облегчится, если создать информационную систему беспроводной сети.

Разрабатываемая система должна обеспечивать поддержку администратору систем и сетей. Разрабатываемая информационная система должна иметь правильные формы ввода и управления информацией и сетями, должна быть учетные данные входа сетевого администратора школы. Информационная система должна иметь ограничения по доступу.

Функции и особенности системы:

- настройка беспроводной сети;
- уменьшение временных затрат;
- защита беспроводной сети;
- контроль сети и настройка допустимых и не допустимых сайтов;
- настройка раздачи трафика;
- экономия трафика за счет подавления рекламных ресурсов.

Одним из показателей беспроводной сети является отсутствие кабелей и лишних датчиков и устройств.

Существует целый ряд программных продуктов и систем, в том числе и российских производителей, которые позволяют автоматизировать процесс управления сетями, в том числе и беспроводными.

Проведем сравнительный анализ систем управления HPOpenView и CabletronSpectrum.

Каждый комплект рассмотренных в этом разделе приложений разбивает управление сетью примерно на четыре области.

Первая - это интеграция комплекта в общую инфраструктуру управления сетью, что подразумевает поддержку различных типов устройств того же производителя.

Следующая функциональная область - это средства конфигурирования и управления отдельными сетевыми устройствами, такими как концентратор, коммутатор или зонд.

Третья область - это средства глобального управления, которые отвечают уже за группирование устройств и организацию связей между ними, например приложения генерации схемы сетевой топологии.

Темой этой статьи является четвертая функциональная область - мониторинг трафика. И хотя средства конфигурирования ВЛВС и глобальное управление являются довольно важными аспектами сетевого администрирования, в отдельной сети Ethernet формальные процедуры управления сетью внедрять, как правило, нецелесообразно. Достаточно провести тщательное тестирование сети после инсталляции и время от времени проверять уровень нагрузки.

Хорошая платформа для систем управления корпоративными сетями должна обладать следующими качествами:

- масштабируемостью;
- истинной распределенностью в соответствии с концепцией «клиент/сервер»;
- открытостью, позволяющей справиться с разнородным - от настольных компьютеров до мэйнфреймов- оборудованием.

Первые два свойства тесно связаны. Хорошая масштабируемость достигается за счет распределенности системы управления. Распределенность здесь означает, что система может включать несколько серверов и клиентов.

Поддержка разнородного оборудования - скорее желаемое, чем реально существующее свойство сегодняшних систем управления. Мы рассмотрим два популярных продукта сетевого управления: Spectrum компании CabletronSystems и OpenView фирмы Hewlett-Packard (Рис.1.1 и Рис.1.2). Обе эти компании сами выпускают коммуникационное оборудование. Естественно, система Spectrum лучше всего управляет оборудованием компании Cabletron, а OpenView- оборудованием компании Hewlett-Packard.

Если карта сети построена из оборудования других производителей, эти системы начинают ошибаться и принимать одни устройства за другие, а при управлении этими устройствами поддерживают только их основные функции, а многие полезные дополнительные функции, которые отличают данное устройство от остальных, система управления просто не понимает и поэтому не может ими воспользоваться.

Во избежание такой ситуации разработчики систем управления включают поддержку не только стандартных баз MIBI, MIBII и RMONMIB, но и многочисленных частных фирм - производителей MIB. Лидер в этой области - система Spectrum, поддерживающая более 1000 баз MIB различных производителей.

Однако несомненным преимуществом OpenView является ее способность распознавать сетевые технологии любых сетей, работающих по TCP/IP. У Spectrum эта способность ограничивается сетями Ethernet, TokenRing, FDDI, ATM, распределенными сетями, сетями с коммутацией. При увеличении устройств в сети более масштабируемой оказывается Spectrum, где количество обслуживаемых узлов ничем не ограничено.

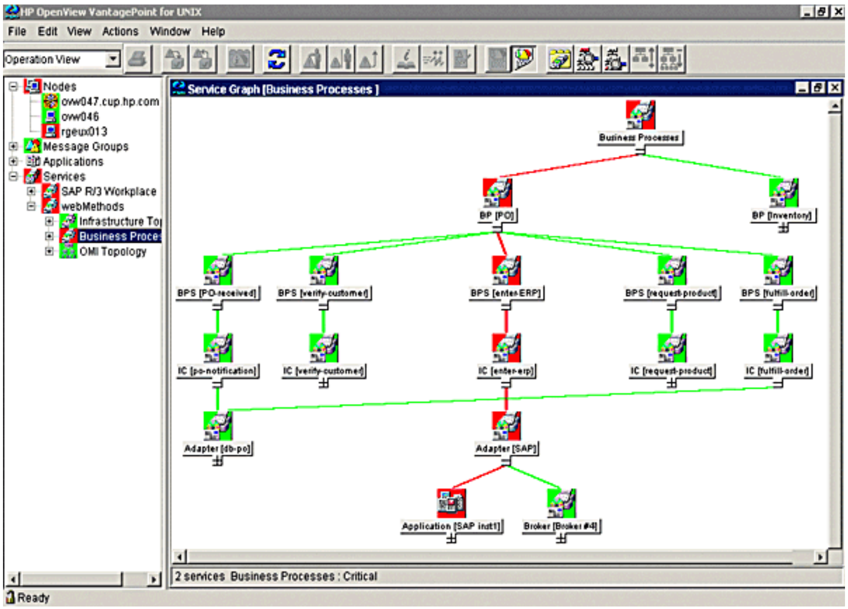


Рис.1.1. Окно системыOpenView фирмы Hewlett-Packard .

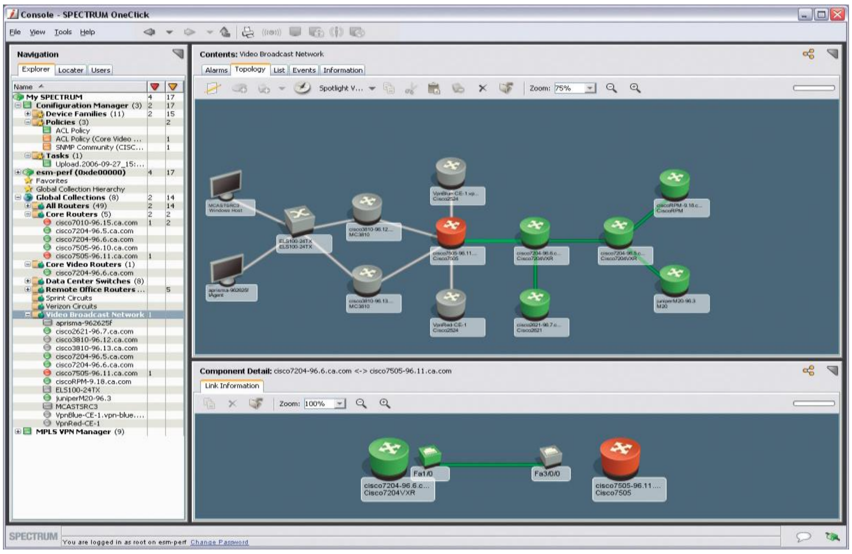


Рис.1.2. Окно системыSpectrumкомпанииCabletronSystems

Очевидно, что, несмотря на наличие слабых и сильных мест у той и другой системы, если в сети преобладает оборудование от какого-либо одного производителя, наличие приложений управления этого производителя для какой-либо популярной платформы управления позволяет администраторам сети успешно решать многие задачи. Поэтому разработчики платформ управления поставляют вместе с ними инструментальные средства, упрощающие разработку приложений, а наличие таких приложений и их количество считаются очень важным фактором при выборе платформы управления.

Удачно разработанная информационная система беспроводной сети обеспечивает простоту обслуживания сети. Данные следует сохранять в таблицах, причем каждая таблица должна содержать информацию одного типа, например, сведения обIP-адресах или допустимых MAC-адресах. Тогда достаточно будет обновить конкретные данные.

Беспроводная связь организуется следующим образом, в аудитории устанавливается роутер средней мощности, который будет раздавать WiFiсвязь на компьютеры, которые расположены в аудитории. Для управления беспроводной связью создается это система.

В информационной системе беспроводной сети должны быть учтены присутствие следующих разделов управления и обслуживания сетью:

1. Состояние сети.
2. Настройка сети.
3. Настройка WAN.
4. Настройка локальной сети (на всякий случай).
5. Управление и настройка моста.
6. Клонирование МАС-адресов.
7. Беспроводная сеть.
8. Настройки беспроводной сети.
9. Защита беспроводной сети.
10. Фильтрация МАС-адресов.
11. Расширенные настройки беспроводной сети.
12. Статистика.
13. Контроль.

Именно верху показанный список операций должна выполнять информационная система беспроводной сети.

Первым этапом и самым главным этапом в процессе проектирования и создания базы данных, является разработка инфологической модели.

Цель инфологического моделирования - обеспечение наиболее естественных для человека способов сбора и представления той информации, которую предполагается хранить в создаваемой базе данных. Основными конструктивными элементами инфологических моделей являются сущности, связи между ними и их свойства (атрибуты).

Информационное обеспечение состоит из внутримашинного, которое включает массивы данных (входные, промежуточные, выходные), программы для решения задач, и внемашинного, которое включает системы. Структура информационного обеспечения представлена на рисунке 1.3.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- потоки входной информации, к которым относятся сведения об учителях;
- потоки выходной информации, к которым можно отнести - сведения о тех же учителях.

Для ввода и вывода информации используются экранные формы, которые проектируются и создаются до начала внедрения системы данное решение актуально, так как состав информации используемой информационной системой постоянен и не будет изменяться во время её эксплуатации. Построения правильной логической модели вначале работы дает много плюсов. Это связанно тем, что после того, как система запущена в рабочий процесс, трудно изменять разного рода возможности. Так как изменение одной части может дать сбой в другой части. И поэтому техническое задание, вначале играет, большое значение. Всегда нужно продумывать, что тебе нужно на выходе. Это очень важный вопрос.

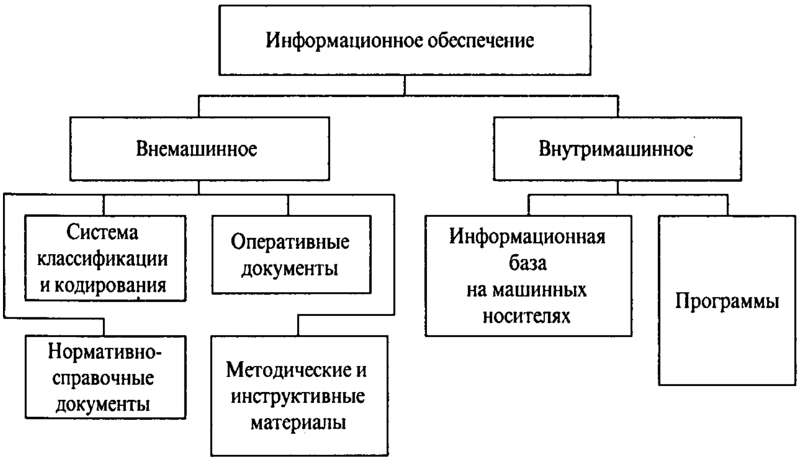


Рис.1.3. Структура информационного обеспечения.

Список литературы

1. Аришин В.И. Сетевые технологии. [Текст]/ В.И. Аришин. - М.: Феникс, 2013. - 244с.
2. Астапов А.В. Беспроводные сети [Текст]/ А.В. Астапов. - М.: Высшая школа, 2012. - 234с.
3. Васильев, В.Д. Информационные системы в сетях[Текст]/ В.Д. Васильев. - М.: Полис, 2012. - 245с.
4. Деникина В.К. Инструментальные средства информационных систем. [Текст]/ В.К. Деникина. - М.: Феникс, 2012. - 322с.
5. Зайцев К.Д. Проектирование информационных систем. [Текст]/ К.Д. Зайцев. - М.: Диалектика, 2011. - 364с.
6. Официальный сайт МБОУ «Калиновская СОШ» Наурского муниципального района. [Электронный ресурс]// режим доступа:http://kalinovskaysosh.ucoz.ru/ (дата обращения 11.06.2021.)
7. Беспроводные сети. [Электронный ресурс]// режим доступа: https://studopedia.su/7_10758_besprovodnie-seti.html (дата обращения 13.06.2021г.)
8. Средства беспроводной передачи информации. [Электронный ресурс]// режим доступа: http://ua.automation.com/content/obzor-sredstva-besprovodnoj-peredachi-informacii-v-sistemah-asu-tp (дата обращения 14.06.2021г.)
9. Современные технические средства. [Электронный ресурс]// режим доступа: http://www.ngpedia.ru/id473175p1.html (дата обращения 14.06.2021г.)
10. Сравнительный обзор систем управления HPOpenView и CabletronSpectrum. [Электронный ресурс]// режим доступа: http://compress.ru/Article.aspx?id=11239(дата обращения 14.06.2021г.)

УДК 378,8

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Юсупхаджиева Т.В., *кандидат педагогических наук, доцент кафедры изобразительного искусства, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», г. Грозный*
e-mail: yusuphadgieva@mail.ru

Аннотация. *В статье поднята проблема об эффективности цифровых технологий и их реализации в художественном образовании. Сделан вывод о необходимости изменения позиции педагогов-художников, так как они создают условия для развития мотивации студентов к достижению высокого уровня освоения искусства.*
Ключевые слова: *цифровые технологии, педагог-художник, художественное образование.*

ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ART EDUCATION

Yusupkhadzhieva T.V.*, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor Department of Fine Arts, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Chechen State Pedagogical University ", Grozny*
e-mail: yusuphadgieva@mail.ru

Annotation. *The article raises the problem of the effectiveness of digital technologies and their implementation in art education. It is concluded that it is necessary to change the position of teachers-artists, as they create conditions for the development of students' motivation to achieve a high level of mastering art.*
Keywords: *digital technologies, teacher-artist, art education.*

Глобальная информатизация общества, внедрение в повседневную жизнь средств коммуникации на основе цифровых технологий меняют представления обучающихся о способах получения знаний и характере образования. Расширение информационного поля, возможность быстрого доступа к мировым шедеврам изобразительного искусства, теоретическим и практическим вопросам искусствоведения, педагогики, психологии, методики преподавания дисциплин, безусловно призваны оказывать положительное влияние на качество образовательного процесса. Говоря о самых важных задачах, которые решаются в процессе образовательной программы художника-педагога, необходимо отметить, что в результате происходящих перемен сместились некоторые акценты при формировании компетентностной модели обучающихся. На основании этого перед участниками образовательной программы стоит важнейшая задача – найти пути и методы эффективного взаимодействия и соответствия всех дисциплин образовательной программы для успешного освоения обучающимися компетенций в области художественной педагогики.

Значимым моментом образования является личность студента, направленное усилие всех факторов образовательного процесса на эффективное развитие его личностных качеств. Самореализация и самооценка личности студента зависит от формирования профессионально-личностных потребностей в образовательном процессе художника-педагога. Современный период развития методики преподавания изобразительного искусства позволяет использовать мультимедийные средства обучения с целью широкого изучения различных приемов, средств, стилей, манеры художников для иллюстрирования понятий вариативности художественного творчества, наглядно увидеть «кухню художника» и использовать полученный опыт в своей творческой деятельности.

Высокая информативность является принципиально новой чертой современного образовательного процесса и способствует возможности студента определять личную образовательную траекторию, создания «личного пространства» для возможности принятия самостоятельных решений. Безусловно этот фактор дает новые возможности повышения эффективности художественно-педагогического образования.

Говоря о цифровых технологиях в художественном образовании, мы не можем не сказать о Константине Худякове. Примерно в 70-е годы 20-го века к цифровому искусству обращается внимательный ко всем новшествам живописец Константин Худяков. Художник открыл для себя цифровую живопись через моделирование. Важно отметить и архитектурную практику, которая лежит за плечами Константина Худякова. К радости, одних и, может быть, к печали других, но признаем следующий факт – компьютерная графика, позволяющая моделировать действительность, в настоящее время уверенно вытесняет рисунок и является неотъемлемым инструментом архитекторов. В творчестве Константина Худякова авангардный футурологический пафос органично сочетается с визуальной эстетикой цифрового мифа.

Некоторые исследователи отмечают, что Худяков является художником-визионером, предвосхитившим цифровой тоталитаризм и порабощение действительности глянцевой эстетикой, транслируемой гаджетами и масштабными рекламными конструкциями, поглощающими городскую среду.

Его стереокартины, интерактивные панели и цифровые крупномасштабные холсты созданы с помощью передовых технологий и инновационных методов. Виртуозно владея новейшими компьютерными технологиями, Худяков достигает в своих работах объемной виртуальности образов, которая диагностирует ситуацию проникновения виртуальности и реальности друг в друга. Например, новизна проекта Константина Худякова «Стерео-Апокалипсис» и есть наша новая реальность, которая становится видимой благодаря искусству. Точнее, это новая ситуация нашего видения реальности. Объемная виртуальность образов диагностирует ситуацию проникновения виртуальности и реальности друг в друга - ситуацию, в которой проблематизируется наше восприятие искусства. Однако невиданная зрелищность проекта всего лишь инструмент эсхатологического послания. Константин Худяков исследует тотальность пространства через тотальность образа - он инкрустирует образы пространств деталями и фактурами, выводит их за пределы плоскости, дает нам рассмотреть их с разных сторон. Он погружает нас в великолепный ужас новой виртуальной тотальности. Современный мир при ближайшем рассмотрении обнаруживает свою цифровую изнанку, его геном виртуализован: все современные объекты придуманы в компьютере. «Все перемещается в сферу виртуального; и то, с чем мы теперь имеем дело, — это чисто виртуальный апокалипсис, гораздо более опасный по своему исходу, чем Апокалипсис реальный», - предупреждал нас Жан Бодрийяр, но сегодня нам уже не страшно - мы обживаем свершившуюся реальность уже в постапокалиптической перспективе.

Что же творится в современном мировом искусстве? Давайте рассмотрим некоторые интересные факты. Музей дизайна Купер-Хьюит в Нью-Йорке предлагает своим посетителям гаджет в форме черной ручки, благодаря которому любой желающий сможет ощутить себя настоящим дизайнером. В специальном «зале погружения» это устройство следует поднести к образцу обоев на витрине, и на стене сразу появится проекция интерьера, а посетитель, таким образом, окажется в виртуальном интерьере выбранной им эпохи. А если попробовать нарисовать цветок на интерактивном столе, появится возможность услышать историю использования цветочных мотивов в дизайне помещений.

Согласитесь, что самое обидное в музеях – это запрет трогать экспонаты. Национальная портретная галерея Вашингтона решила эту проблему при помощи 3D-технологии. Музейщики оцифровали несколько объектов: скелет мамонта, посмертную маску Авраама Линкольна, самолет братьев Райт. Теперь каждый желающий может прикоснуться к бороде легендарного президента США, погладить мамонта или постучать по фюзеляжу первого в мире аэроплана.

«Стена коллекций» в Музее искусств Кливленда удостоилась в прошлом году номинации «Лучшая цифровая выставка». Большой, во всю стену, сенсорный экран позволяет одновременно ознакомиться с собранием музея нескольким людям. Более 3500 экспонатов можно детально рассмотреть благодаря максимальному увеличению, кроме того, программа позволяет сформировать собственную виртуальную коллекцию и добавить ее в личный маршрут по экспозиции.

Аукционный дом Christie"s пустил с молотка цифровую работу художника Майка Винкель Манна, известного под псевдонимом Beeple. Покупатель отдал за полностью электронную картину под названием "Первые 5 000 дней" (First 5 000 Days) 69,3 миллиона долларов. Это первая в мире работа, которая была продана на крупной площадке в виде невзаимозаменяемых токенов - цифровых активов на основе технологии блокчейн, позволяющей приобрести право собственности на существующий исключительно в интернете товар, сообщает ТАСС со ссылкой на сообщение аукционного дома.

В результате Beeple стал третьим в списке самых дорогих художников современности. Его опередили лишь Джефф Кунс (автор скульптуры "Кролик", проданной за 91,1 млн долларов в 2019 году) и Дэвид Хокни ("Портрет художника (Бассейн с двумя фигурами)", продан за 90,3 млн долларов в 2018 году). Картина "Первые 5 000 дней" состоит из пяти тысяч изображений. 39-летний художник рисовал на протяжении 13 лет, добавляя все новые детали. К слову, Beeple хорошо известен в мире шоу-бизнеса - он оформлял декорации для концертов Джастина Бибера и Кэти Перри.

Таким образом, мы видим, что цифровое искусство и цифровое культурное пространство вообще, все больше вторгаются в жизнь современного человека. И, тем не менее, весь накопленный опыт развития человеческой цивилизации говорит о том, что классическое искусство в классических формах своего существования никогда не исчезнет и ничто не сможет стать адекватной его версией!

Список литературы:

1. Герчук, Ю.Я. «Основы художественной грамоты: Язык и смысл изобразительного искусства». Учебное пособие. – М.: Учебная литература. 1998. – 208 с.: ил.
2. Дубровин В.М. Современное искусство и художественное образование / В.М. Дубровин // Музыка и живопись как средство коммуникации. Сборник научных статей по материалам науч.- практич. конференции 21 марта 2012 г. — М.: МГПУ, 2012. - С. 56-60.
3. Инновационные технологии образовательной области «Искусство». Материалы педагогических чтений «Интеграция в художественной педагогике: методология, методы, технологии» (Москва, 4-9 февраля 2002 г.). – М., 2002.
4. Филиппова Л.С. Цифровая образовательная среда МЭШ - уникальный инструмент для учителя изобразительного искусства / Л.С. Филиппова // Современные проблемы высшего образования. Теория и практика. Материалы Пятой Межвузовской научно-практической конференции, организованной институтом культуры и искусств Московского городского педагогического университета. Под общей редакцией С.М. Низамутдиновой. 2020. С. 675-680.

УДК 004

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Янаркаева Заира Исаевна
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет»
Магистрант 3 – го курса «Прикладная информатика в экономике»

До некоторых пор основная задача СЭД заключалась в том, чтобы полностью автоматизировать делопроизводство. Трансформация этой ситуации произошла в тот момент, когда представители СЭД прекратили дублировать процессы движения документации, а занялись учетом тех задач, которые лежат в основе как этих процессов, так и всего документооборота.

Значительно не маленький период времени создатели и потребители СЭД отказывались понимать тот факт, что копирование бумажного документооборота не является полной составляющей всей функциональности этого процесса. Такое действо может быть достаточно лишь для самых простейших СЭД. Человек не понимал, что полноценной система может стать лишь при правильном управлении и всесторонней оптимизации структуры организации.

Если говорить о развитии СЭД, то этот процесс происходит в период с 80-х годов XX-го века и до конца 90-х годов. Названный период отличителен тем, что это было время, когда руководители предприятий хоть и осознавали то, что необходимо автоматизировать процесс документооборота, но еще не могло определиться с точным перечнем функций и инструментов.

Конец XX-го века характеризуется как период, когда значительно выросли документопотоки и этим же обусловлено возникновение электронной почты. Это был период, когда операции согласования между организациями или филиалами занимали недели, а то и месяцы. С внедрением СЭД ситуация значительно изменилась. Но это не освобождало руководство предприятий от полной реорганизации и оптимизации традиционного бумажного документооборота с учетом быстро прогрессирующей цифровой среды.

Из этого следует, что самые первые СЭД разрабатывались и внедрялись самими сотрудниками с учетом интересов определенных организаций. У данного подхода есть следующие плюсы и минусы: плюсы (понимание маршрутов движения документов), минусы (отсутствие возможности масштабирования и развития системы, сложность оптимизации информационных потоков).

Благодаря вышеизложенным минусам разработанная СЭД вместо того, чтобы усовершенствовать процесс документооборота, наоборот тормозила развитие организации и способствовало упадку уровня эффективности предприятия. Такая тенденция требовала совершенно новую систему, способную отвечать вызовам современной и быстро меняющейся реальности.

Появление универсальных и масштабируемых СЭД в середине 90-х годов стали спасением данного регресса. Разработка нового СЭД происходила в два этапа: первый этап отличителен созданием унифицированного ядра, а второй этап заключается в оптимизации опций СЭД непосредственно с учетом потребностей того или иного заказчика.

Данное решение проблемы оказалось благоприятным и в разы снизило расходы на разработку конечных решений, способствовало росту функциональности систем, а также обеспечило функциональную и организационную масштабируемость [1, с. 66-101].

В конце XX-го в. ряд подходов автоматизации документооборота пополняется новыми, имеющими уклон на методологический рост его эффективности. С данным «процессным подходом к управлению» появляется новое понятие – WorkFlow – потоков документов. СЭД в свою очередь стали применять платформы, ориентированные на процессы (WorkFlow Engines), которые способствовали росту их адаптации под требования конкретного заказчика. С помощью WorkFlow, организации и предприятия смогли себе позволить непрерывное изменение процесса автоматизации для его максимального соответствия реальным процессам.

Помимо всего этого, не осталась в стороне от новшеств и сама архитектура СЭД. Если раньше схема была СУРДприложение, то сейчас это трехзвенная структура: СУРД – сервер приложений – интерфейс клиента, что стало новым стандартом для отрасли [2, с. 77-89].

Классификация информационной системы электронного документооборота

Отметим, что масштабные и многофункциональные СЭД имеют возможность подходить как к одной, так и сразу к нескольким категориям:

1. Системы, направленные на бизнес-процессы (business-process EDM). Такие СЭД всесторонне поддерживают документ от начала и до конца его круговорота, они способствуют управлению шаблонами, хранению и поиску документов в неординарных форматах, их сортировку по каталогам. Данный тип СЭД очень востребован и охватывает более 80% всего рынка. Примером подобных СЭД могут служить такие системы, как Documentum, FileNet Panagon, Hummingbird PC DOCS и др.

2. Корпоративные системы (enterprise-centric EDM). Эти СЭД направлены на оснащение инфраструктурой для ведения групповой работы над документами. Основные функции этой категории СЭД созвучны с функциями предыдущей, но имеют некоторое отличие: здесь системы не направлены на использование в определенной отрасли, они несут более универсальный характер. В качестве примера можно упомянуть такие известные СЭД, как Lotus Domino.Doc, Novell GroupWise, Keyfile, Oracle Context и др.

3. К этой категории отнесены системы управления содержимым (content management systems, CMS). Такие СЭД часто используют для создания, управления и передачи Web-содержимого. Отличием Web-содержимого от обычного документа является то, что Web-содержимое, представленное HTML-страницами, мультимедиа-контентом, сетевыми приложениями, наиболее продуктивно и содержательно в процессе обмена информацией. Наиболее известными компаниями являются Adobe, Excalibur, Documentum, Microsoft, Divine и др.

4. Системы управления данными (information management systems) – это веб-порталы, соединяющие и выполняющие функцию координатора информации на интернет-порталах. При помощи порталов выдается доступ через веб-браузер к различным сетевым приложениям, например, к электронной почте. Примерами порталов являются: Oracle Context, Excalibur, Lotus, PC DOCS и др.

5. Системы управления фотографиями и образами (systems imaging), конвертируют бумажные носители информации в электронный вид. Эти системы предназначены для сканирования, хранения электронных версий документов, организации поиска по массиву изображений и т.д.

6. Системы управления различными работами (workflow management systems) имеют цель управления потоками работ любого типа в рамках проходящих в организации бизнес-процессов. Обычно подобная функциональность реализуется на базе подсистемы СЭД, например, как в продуктах компаний Lotus, Jetform, FileNet, Staffware и др.

С другой стороны, существует классификация СЭД относительно интерфейса системы и клиентского приложения. К основным категориям клиентов относятся:

Толстый клиент – клиент, который выполняет основные операции и функции СЭД; веб-сервер   также служит для хранения данных. Толстый клиент имеет большой функционал и возможность работать при обрывах связи с сервером.

Тонкий клиент – клиент, осуществляющий задачи по обработке информации на сервер.

Нативный клиент – разработанное под конкретное ПО приложение, которое имеет права на использование всех программных и аппаратных возможностей. Чаще всего бывают толстым клиентом.

Веб-клиент – приложение, где в качестве клиента выступает браузер, а главные операции ведутся на интернет-сервере. В корпоративной среде веб-клиенты могут за счет особенности браузеров, благодаря специальным плагинам обладать функционалом нативных клиентов. Является тонким клиентом.

Все из вышесказанных клиентов имеют свои плюсы и минусы, что делает их применение и реализацию в конечных продуктах. Например, некоторые системы (Docsvision, «Дело») используют нативный клиент в качестве основного, другие («Тезис», ELMA) проходят через веб-интерфейс. Для таких типов систем, как «1С: Документооборот» и DIRECTUM, характерно наличие мультифункциональных, имеющих относительно равные права нативных и веб-клиентов.

Большинство систем во многом создавалось и было ориентировано на толстых клиентов, самостоятельные приложения, реализация которых зависела от конкретного рабочего места и специфики программных и аппаратных средств, которые использовались в рамках этой системы. Достоинством использования толстых клиентов является глубокое взаимодействие с аппаратными и периферийными возможностями компьютеров и упрощенная процедура разработки. Но ввиду того, что для концепции толстого клиента характерен ряд минусов, людей, пользующихся данным видом клиента, становится все меньше.

К минусам можно отнести: необходимость установки веб-клиентов на каждый компьютер, причем, для каждого необходима индивидуальной настройки, что влечет за собой огромные издержки, особенно в ситуациях территориальной распределённости компании. Поэтому создали противоположный и намного более современный подход, который заключается в создании кроссплатформенного веб-приложения, т.е. тонкого клиента.

Главным достоинством этих клиентов является не привязанность от аппаратной и программной веб-платформы рабочего места, дистанционное обновление клиента при каждой новой сессии, что уменьшает затраты как на установку, так и на обновление и поддержку системы. Недостатком тонких клиентов являются естественные ограничения интеграции с остальными приложениями, развития интерфейса и функциональности системы, вызванные, например, возможностями браузеров. Для решения данных проблем используются дополнительные платформы, различные плагины и агенты, перевод части операций на компьютер пользователя [3, с. 7-16].

Идеальным решением является использование тонкого нативного клиента, что обеспечит с одной стороны легкость настройки и обновления, а с другой – отсутствие бизнес-логики на клиенте. При этом клиент глубоко интегрирован с аппаратными средствами компьютера, а процесс интеграции с другими приложениями значительно упрощен. К сожалению, достигнуть «золотой» середины между тонкостью и нативностью клиента тяжело, и количество такого рода СЭД на рынке ограничено.

Список использованной литературы:

1. Выбор системы документооборота [Электронный ресурс] / http://www.directurn.ru/338691.shtml.-2003-14.06.2007.
2. Информатика для экономистов. Учебник для бакалавриата и специалитета / ред. Поляков В. П. М.: Юрайт, 2019. 524 с.
3. Коваленко, А.П. Глоссарий терминов в сфере информатизации: монография / Коваленко А.П. — Москва: Русайнс, 2020. — 416 с. https://www.book.ru/book/934986

Научное издание

СОВРЕМЕННАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Сборник материалов
II Международной научно-практической конференции

г. Грозный, 22-24 октября 2021 года

Подготовка оригинал-макета *Сулейманова М.А.*
Дизайн обложки *Эскаева Г.А.*

Подписано в печать 09.12.2021 г. Формат 60×84 $^1/_{16}$.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 26,51. Уч.-изд. л. 23,6. Тираж 300 экз. Заказ №21-80-39.

алеф

Отпечатано в типографии АЛЕФ
367002, РД, г. Махачкала, ул. С.Стальского 50, 3 этаж
Тел.: +7 (8722) 935-690, 599-690, +7 (988) 2000-164
www.alefgraf.ru, e-mail: alefgraf@mail.ru