



ISSN 2074-8566

# **ВЕСНІК**

**ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА  
ЎНІВЕРСІТЭТА**

**2018 № 2(99)**

# **ВЕСНІК**

## **ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА**

**НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС**

Выдаецца з верасня 1996 года

Выходзіць чатыры разы ў год

**2018**

**№ 2(99)**

**ЗАСНАВАЛЬНІК:**

установа адукацыі «Віцебскі дзяржаўны  
ўніверсітэт імя П.М. Машэрава»

**Рэдакцыйная калегія:**

**І.М. Прышчэпа** (*галоўны рэдактар*),  
**А.А. Чыркін** (*нам. галоўнага рэдактара*)

**Т.Г. Алейнікава, Г.П. Арлова, Я.Я. Аршанскі, В.М. Балаева-Ціхамірава,**  
**М.М. Вараб'ёў, М.Ц. Вараб'ёў** (*адказны за раздзел «Матэматыка»*),  
**А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, А.М. Залеская, У.В. Іваноўскі, Я.А. Краснабаеў,**  
**В.Я. Кузьменка** (*адказны за раздзел «Біялогія»*), **П.І. Навіцкі,**  
**С.У. Нікалаенка, Н.А. Ракава** (*адказны за раздзел «Педагогіка»*),  
**Г.Г. Сушко, Ю.В. Трубнікаў**

**Рэдакцыйны савет:**

**А.Р. Александровіч** (*Польшча*), **Го Вэньбін** (*Кітай*),  
**В.І. Казарэнкаў** (*Расія*), **Ф.М. Ліман** (*Украіна*),  
**Э. Рангелава** (*Балгарыя*), **В.А. Шчарбакоў** (*Малдова*)

**Сакратарыят:**

**Г.У. Разбоева** (*адказны сакратар*),  
**В.Л. Пугач, І.У. Волкава, А.М. Фенчанка**

*Часопіс «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» ўключаны ў Пералік  
навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў  
дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных,  
фізіка-матэматычных навук, а таксама цытуецца і рэферыруецца  
ў рэфератывых выданнях УІНІТІ*

**Адрас рэдакцыі:**

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33,  
пакой 202, т. 58-48-93.  
E-mail: [nauka@vsu.by](mailto:nauka@vsu.by)  
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 04.06.2018. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.  
Ум. друк. арк. 15,81. Ул.-выд. арк. 12,15. Тыраж 180 экз. Заказ 87.

© Вестнік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2018

# ЗМЕСТ

## МАТЕМАТИКА

<b>Скормник О.В., Шлапаков С.А.</b> Решение многомерного интегрального уравнения типа Абеля с функцией Бесселя–Клиффорда в ядре по пирамидальной области .....	5
<b>Подоксенов М.Н.</b> Самоподобные однородные двумерное и трехмерное лоренцевы многообразия .....	14
<b>Кечко Е.П.</b> Об асимптотических свойствах многочленов Эрмита–Паде .....	20

## БІЯЛОГІЯ

<b>Борисевич М.Н., Красочко П.А., Прищепка И.М.</b> Линейные и нелинейные математические модели в биологических исследованиях .....	27
<b>Тимофеева Т.А.</b> Прогнозирование радиоактивного загрязнения травостоя пойменных экосистем с применением ГИС-технологий .....	33
<b>Колмаков П.Ю., Кисова А.С.</b> Разнообразие и распределение тонких корней <i>Picea abies</i> (L.) Karst. по почвенному профилю в природных и антропогенных экосистемах Белорусского Поозерья .....	41
<b>Медвецкая Н.М.</b> Научно-медицинский контроль за здоровьем спортсменов, обучающихся в университете .....	50
<b>Дубко А.И., Латышев С.Э.</b> Биоэкологические особенности золотарника канадского в пределах города Витебска .....	56

## ПЕДАГОГІКА

<b>Литвенкова И.А., Шаматульская Е.В., Данюк М.М., Каратаева А.В.</b> Опыт реализации Республиканского инновационного проекта в области энергоресурсопотребления на базе филиала кафедры экологии и охраны природы – ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска» .....	61
<b>Семкина И.А.</b> Оценка результативности социально-культурного партнерства в формировании ценностного отношения к семье .....	69
<b>Лихачева О.Н.</b> Организация внеаудиторной работы студентов по иностранному языку как способ повышения уровня владения иноязычной коммуникативной компетенцией на примере Кубанского государственного технологического университета .....	78
<b>Харазян Л.Г.</b> Обоснование эффективности методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения .....	83
<b>Дьяченко Л.С.</b> Культурологическая концепция как основа развития творческой личности преподавателя и студента (к 100-летию со дня рождения И.Я. Лернера) .....	90
<b>Василевич О.Е.</b> Интеграция знаний в системе непрерывного обучения изобразительному искусству (XVIII–XIX вв.) .....	95
<b>Романов И.В.</b> Анализ стартовой реакции многоборцев: совершенствование тренировки в десятиборье .....	99
<b>Денисова И.В.</b> Музыкальное образование в Витебском учительском институте (1910–1918) .....	104
<b>Бумаженко Н.И., Швед М.В., Лысак В.С.</b> Компетентностный подход в формировании математических знаний и умений у учащихся с интеллектуальной недостаточностью .....	110
<b>Сняtkова А.Ю., Бумаженко Н.И.</b> Анализ восприятия будущими педагогами инклюзии как феномена современной системы образования .....	115
<b>Прохоров А.Ю.</b> Законодательство, характеризующее социализацию как предмет государственной молодежной политики Республики Беларусь .....	120
<b>Орлова А.П.</b> Моделирование этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы в поликультурной среде вуза .....	126

# CONTENTS

## M A T H E M A T I C S

<b>Skoromnik O.V., Shlapakov S.A.</b> Solution of a Multidimensional Integral Abel Type Equation with the Bessel–Klifford Function in the Kernel over a Pyramidal Domain .....	5
<b>Podoksenov M.N.</b> Semi-similar Homogeneous Two-dimensional and Three-dimensional Lorentzian Manifolds .....	14
<b>Kechko E.P.</b> On Asymptotic Properties of Hermite–Pade Polynomials .....	20

## B I O L O G Y

<b>Borisevich M.N., Krasochko P.A., Prishchepa I.M.</b> Linear and Non-linear Mathematical Models in Biological Research .....	27
<b>Timofeyeva T.A.</b> Radioactive Contamination Forecasting of the Herbage of Floodplain Ecosystems with the Application of GIS-Technologies .....	33
<b>Kolmakov P.Yu., Kisova A.S.</b> Diversity and Distribution of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. Thin Roots over Soil Profile in Nature and Anthropogenic Ecosystems of Belarusian Lake District (Poozeriye) .....	41
<b>Medvetskaya N.M.</b> Scientific Medical Control of University Student Health .....	50
<b>Dubko A.I., Latyshev S.E.</b> Bioecological Features of the Canadian Goldenrod in the Boundaries of the City of Vitebsk .....	56

## P E D A G O G Y

<b>Litvenkova I.A., Shamatulskaya E.V., Danyuk M.M., Karataeva A.V.</b> Experience of implementing the Republican innovation project in the sphere of energy and resource consumption on the basis of the branch of the Department of Ecology and Nature Conservation – SEI «Gymnasium № 6 Vitebsk» .....	61
<b>Siomkina I.A.</b> Evaluation of Social and Cultural Partnership Effectiveness in Shaping Value Attitude to the Family .....	69
<b>Likhacheva O.N.</b> Organization of Students’ English Extracurricular Activity as a Way of Increasing the Level of Mastering a Foreign Language Communicative Competence on the Example of the Kuban State Technological University .....	78
<b>Harazian L.G.</b> Effectiveness Rationale of the Development Method of Primary Schoolchildren with Sight Violation Specific Coordination Abilities .....	83
<b>Dyachenko L.S.</b> Cultural Studies Concept as the Basis of Teacher and Student Creative Personality Development (to I.Ya. Lerner’s Hundredth Birthday) .....	90
<b>Vasilevich O.E.</b> Knowledge Integration in the System of Fine Arts Continuous Training (XVIII–XIX Cent.) ...	95
<b>Romanov I.V.</b> Analysis of Multiplayer Starting Reaction: Improvement of Training in Decathlon .....	99
<b>Denisova I.V.</b> Music Education at Vitebsk Teachers’ Institute (1910–1918) .....	104
<b>Bumazhenko N.I., Shved M.V., Lysak V.S.</b> Competence Approach in Shaping Mathematical Knowledge and Skills of Students with Intellectual Disabilities .....	110
<b>Snyatkova A.Yu., Bumazhenko N.I.</b> Analysis of Would-be Teachers’ Perception of Inclusion as a Phenomenon of Modern Education System .....	115
<b>Prokhorov A.Yu.</b> Socialization Characterizing Laws as a Subject of State and Youth Policies of the Republic of Belarus .....	120
<b>Orlova A.P.</b> Modeling of Ethnopedagogical Training of Social Sphere Specialists in the Politically Cultural University Environment .....	126



# МАТЭМАТЫКА

УДК 517.983

## Решение многомерного интегрального уравнения типа Абеля с функцией Бесселя–Клиффорда в ядре по пирамидальной области

О.В. Скоромник\*, С.А. Шлапаков\*\*

\*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

\*\*Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

Рассматривается многомерное интегральное уравнение первого рода с функцией Бесселя–Клиффорда в ядре по ограниченной пирамидальной области многомерного евклидова пространства специального вида. Интерес к исследованию таких уравнений вызван их приложениями в задачах исследования отражения волн от прямолинейной границы и в задачах сверхзвукового обтекания пространственных углов. Хорошо известен классический результат Я. Тамаркина о разрешимости интегрального уравнения Абеля в пространстве  $L_1(a, b)$  суммируемых функций на конечном отрезке  $[a, b]$  действительной оси. Следуя методике Я. Тамаркина, устанавливается формула решения исследуемого уравнения в замкнутой форме, даются необходимые и достаточные условия его разрешимости в пространстве суммируемых функций. Доказанные утверждения обобщают результаты, полученные ранее для многомерного уравнения типа Абеля и для соответствующих одномерных интегральных уравнений первого рода.

Целью работы является решение в замкнутой форме многомерного интегрального уравнения со специальной функцией в ядре.

**Ключевые слова:** интегральные преобразования, интегральные уравнения, функция Бесселя–Клиффорда, функция Бесселя первого рода, пространство интегрируемых функций, дробные интегралы и производные.

## Solution of a Multidimensional Integral Abel Type Equation with the Bessel–Klifford Function in the Kernel over a Pyramidal Domain

O.V. Skoromnik\*, S.A. Shlapakov\*\*

\*Educational Establishment «Polotsk State University»

\*\*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

The multidimensional integral equation of the first kind with the Bessel–Klifford function in the kernel over the special bounded pyramidal domain in Euclidean space is considered.

The purpose of the article is solution in the closed form of the multidimensional integral equation with a special function in the kernel.

The interest in such equations is caused by their applications to the problems on the reflection of waves on a rectilinear boundary and on a supersonic flow around spatial corners. Ya. Tamarkin obtained a well-known classical result on the solvability of the Abel integral equation in the space  $L_1(a, b)$  of integrable functions on a finite interval  $[a, b]$  of the real line. By Tamarkin's method the solution of the investigating equation in the closed form is established, and necessary and sufficient conditions for its solvability in the space of summable functions are given. The results generalize the well know findings for the multi-dimensional Abel type integral equation and the corresponding one-dimensional equations of the first kind.

**Key words:** integral transforms, integral equations, Bessel–Klifford function, Bessel function of the first kind, space of summable functions, fractional integrals and derivatives.

**О**дномерные интегральные уравнения первого рода, обобщающие классическое интегральное уравнение Абеля и содержащие в ядрах гипергеометрическую функцию Гаусса, функцию Лежандра, вырожденную гипергеометрическую функцию (функцию Куммера), функцию Бесселя, другие специальные функции, изучены многими авторами (см. обзор результатов и библиографию в [1, §§ 39.1, 39.2]). Такие уравнения возникают при изучении краевых задач для уравнений гиперболического и смешанного типа с крайевыми условиями, содержащими обобщенные дробные интегралы и производные [2]. В большинстве работ метод исследования уравнений типа Абеля с гипергеометрическими функциями в ядрах основывается на представлении интегральных операторов этих уравнений в виде композиции операторов дробного интегрирования Римана–Лиувилля со степенными или экспоненциальными весами и использовании известных свойств дробных интегралов. На этом пути были даны достаточные условия разрешимости рассматриваемых интегральных уравнений в некоторых классах функций и получены их решения в квадратурах [1, §§ 35.1, 35.2, 37.1].

Исследование необходимых и достаточных условий разрешимости вышеуказанных уравнений является более сложной задачей. Хорошо известен классический результат Я. Тамаркина о разрешимости интегрального уравнения Абеля в пространстве  $L_1(a, b)$  суммируемых функций на конечном отрезке  $[a, b]$  действительной оси [1, теорема 2.1]. В работе [3] аналогичный результат был получен для многомерного интегрального уравнения типа Абеля по ограниченным пирамидальным областям евклидова пространства специального вида. Интерес к исследованию таких уравнений вызван их приложениями в задачах отражения волн от прямолинейной границы [4, с. 48], [5] и в задачах сверхзвукового обтекания пространственных углов [6] (см. также [1, §§ 24.1, 28.4].

Следуя методике Я. Тамаркина, в работах [7], [8] были установлены необходимые и достаточные условия разрешимости в  $L_1(a, b)$  одного класса интегральных уравнений типа Абеля с гипергеометрической функцией Гаусса и его многомерного аналога по пирамидальной области. В [9] приведены решения в замкнутой форме более общих интегральных уравнений по пирамидальным областям и исследована картина их разрешимости в пространстве суммируемых функций. В [10], [11] аналогичные результаты получены для многомерных интегральных уравнений первого рода с функцией Лежандра и вырожденной гипергеометрической функции Куммера в ядрах по пирамидальным областям.

Целью настоящей работы является продолжение этих исследований. Мы даем решение в замкнутой форме многомерного интегрального уравнения с функцией Бесселя–Клиффорда в ядре по пирамидальной области и устанавливаем необходимые и достаточные условия его разрешимости в пространстве интегрируемых функций. Нами приводятся вспомогательные сведения, решение рассматриваемого уравнения в квадратурах, а также устанавливаются необходимые и достаточные условия его разрешимости.

**Предварительные сведения.** Введем некоторые обозначения [1, § 28.4]. Пусть  $N = \{1, 2, \dots\}$  – множество натуральных чисел,  $N_0 = N \cup \{0\}$ ,  $R^n$  –  $n$ -мерное евклидово пространство. Для  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$

и  $\mathbf{t} = (t_1, t_2, \dots, t_n) \in R^n$  обозначим через  $\mathbf{x} \cdot \mathbf{t} = \sum_{k=1}^n x_k t_k$  их скалярное произведение, в частности,

$\mathbf{x} \cdot \mathbf{1} = \sum_{k=1}^n x_k$  для  $\mathbf{1} = (1, \dots, 1)$ . Пусть  $\mathbf{x} > \mathbf{t}$  означает  $x_1 > t_1, \dots, x_n > t_n$  и аналогично для знака

нестрогого неравенства  $\geq$ ,  $R_+^n = \{\mathbf{x} \in R^n : \mathbf{x} > 0\}$ , а  $\mathbf{k} = (k_1, \dots, k_n) \in N_0^n = N_0 \times \dots \times N_0$ , где

$(k_i \in N_0, i = 1, 2, \dots, n)$  – мультииндекс с  $\mathbf{k}! = k_1! \cdot \dots \cdot k_n!$  и  $|\mathbf{k}| = k_1 + k_2 + \dots + k_n$ . Для  $\mathbf{x} \in R^n$ ,  $\mathbf{k} \in N_0^n$

и  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in R_+^n$  и  $\sigma = (\sigma_1, \dots, \sigma_n) \in R_+^n$  положим  $\mathbf{x}^\alpha = x_1^{\alpha_1} \cdot \dots \cdot x_n^{\alpha_n}$ ,  $\Gamma(\alpha) = \Gamma(\alpha_1)\Gamma(\alpha_2) \cdot \dots \cdot \Gamma(\alpha_n)$ ,

$(\mathbf{x})_{\mathbf{k}} = (x_1)_{k_1} \cdot \dots \cdot (x_n)_{k_n}$ ,  $\mathbf{D}^\alpha = \frac{\partial^{|\alpha|}}{(\partial x_1)^{\alpha_1} \dots (\partial x_n)^{\alpha_n}}$ ,  $\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma = (x_1^{\sigma_1} - t_1^{\sigma_1}) \cdot \dots \cdot (x_n^{\sigma_n} - t_n^{\sigma_n})$ , где  $(z)_n$  – символ

Похгаммера:  $(z)_0 \equiv 1$ ,  $(z)_k = z(z+1) \cdot \dots \cdot (z+k-1) = \Gamma(z+n) / \Gamma(z)$  ( $z \in C; n \in N$ ).

Пусть  $A = \|a_{jk}\| \left( a_{jk} \in \mathbb{R}^1 \right)$  – матрица порядка  $n \times n$  с определителем  $|A| = \det A$ , вектор-строки которой обозначим через  $\mathbf{a}_j = (a_{j1}, \dots, a_{jn})$ , а элементы обратной матрицы  $A^{-1}$  – через  $a_{jk}$ . Без ограничения общности положим  $|A| = 1$ . Пусть [1, § 28.4]

$$A \cdot \mathbf{x} = (\mathbf{a}_1 \cdot \mathbf{x}, \dots, \mathbf{a}_n \cdot \mathbf{x}), \quad (A \cdot \mathbf{x})^\alpha = (\mathbf{a}_1 \cdot \mathbf{x})^{\alpha_1} \dots (\mathbf{a}_n \cdot \mathbf{x})^{\alpha_n}.$$

Для  $\mathbf{b} = (b_1, \dots, b_n) \in \mathbb{R}^n$ ,  $\mathbf{c} = (c_1, \dots, c_n) \in \mathbb{R}^n$  и  $r \in \mathbb{R}^1$  обозначим через

$$A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}) = \{ \mathbf{t} \in \mathbb{R}^n : A \cdot (\mathbf{b} - \mathbf{t}) \geq 0, \mathbf{c} \cdot \mathbf{t} + r \geq 0 \} \quad (1)$$

$n$ -мерную ограниченную в  $\mathbb{R}^n$  пирамиду с вершиной в точке  $\mathbf{b}$ , основанием на гиперплоскости  $\mathbf{c} \cdot \mathbf{t} + r = 0$  и боковыми гранями, лежащими на гиперплоскостях  $\mathbf{a}_j \cdot (\mathbf{b} - \mathbf{t}) = 0 \quad (j = 1, \dots, n)$ . В частности, когда  $A = E = \|\delta_{jk}\|$  – единичная матрица,  $\mathbf{c} = (1, \dots, 1)$  и  $r = 0$ ,  $E_{1,0}(\mathbf{b}) = E_1(\mathbf{b})$  является модельной пирамидой:

$$E_1(\mathbf{b}) = \{ \mathbf{t} \in \mathbb{R}^n : \mathbf{t} \leq \mathbf{b}, \mathbf{1} \cdot \mathbf{t} \geq 0 \}. \quad (2)$$

Известно [1, лемма 28.2], что для ограниченности пирамиды (1) необходимо и достаточно выполнение условия  $A^{-1}\mathbf{c} \cdot \mathbf{b} > 0$  (соответственно  $A^{-1}\mathbf{c} > 0$ ).

Для  $\mathbf{v} = (v_1, \dots, v_n) \in \mathbb{R}^n$  и  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$  введем функцию

$$\bar{J}_{\mathbf{v}}[\mathbf{x}] = \prod_{j=1}^n \bar{J}_{v_j}[x_j], \quad (3)$$

представляющую собой произведение функций Бесселя–Клиффорда  $\bar{J}_{\mu}(z)$ , определяемых по формуле [1, § 37.1]

$$\bar{J}_{\mu}(z) = \Gamma(\mu + 1) \left( \frac{z}{2} \right)^{-\mu} J_{\mu}(z), \quad |z| < \infty, \quad (4)$$

где  $J_{\mu}(z)$  – функция Бесселя первого рода [1, § 1.3], [12, гл. 7]:

$$J_{\mu}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \left( \frac{z}{2} \right)^{2k+\mu}}{\Gamma(\mu + k + 1)k!}. \quad (5)$$

Рассматриваемое нами интегральное уравнение имеет вид:

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} \left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{\alpha-1} \bar{J}_{\frac{\alpha-1}{2}} \left[ A \cdot \lambda (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] f(\mathbf{t}) d\mathbf{t} = g(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}), \quad (6)$$

где  $A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}) (\mathbf{c}, \mathbf{b} \in \mathbb{R}^n, r \in \mathbb{R}^1)$  – пирамида (1);  $\mathbf{x}, \mathbf{t}, \alpha, \lambda \in \mathbb{R}^n$ ,  $0 < \alpha < 1$ ,  $\sigma \in \mathbb{R}_+^n$  и  $\bar{J}_{\frac{\alpha-1}{2}} \left[ A \cdot \lambda (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right]$  –

функция вида (3). Данное уравнение при  $\sigma = 1$  обобщает соответствующее одномерное интегральное уравнение [1, § 37.1].

Нам понадобятся интегральная формула типа свертки для функции Бесселя (5) [12, 7.7(6)]:

$$\int_0^t \tau^\mu J_\mu(\tau)(t-\tau)^\nu J_\nu(t-\tau)d\tau = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\Gamma\left(\nu + \frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\mu + \frac{1}{2}\right)t^{\nu+\mu+\frac{1}{2}}}{\Gamma(\nu + \mu + 1)} J_{\nu+\mu+\frac{1}{2}}(t), \quad (7)$$

$$\text{где } \operatorname{Re}(\mu) > -\frac{1}{2}, \operatorname{Re}(\nu) > -\frac{1}{2},$$

а также вспомогательное утверждение.

**Лемма 1** [1; § 28]. Если функция  $f(\mathbf{t}, \boldsymbol{\tau})$ , определенная на  $A_{\mathbf{c}}(\mathbf{b}) \times A_{\mathbf{c}}(\mathbf{b})$ , измерима, то верна следующая формула перестановки порядка интегрирования:

$$\int_{A_{\mathbf{c}}(\mathbf{b})} d\mathbf{t} \int_{A_{\mathbf{c}}(\mathbf{t})} f(\mathbf{t}, \boldsymbol{\tau})d\boldsymbol{\tau} = \int_{A_{\mathbf{c}}(\mathbf{b})} d\boldsymbol{\tau} \int_{\sigma(\mathbf{b}, \boldsymbol{\tau})} f(\mathbf{t}, \boldsymbol{\tau})d\mathbf{t}, \quad (8)$$

$$\sigma(\mathbf{b}, \boldsymbol{\tau}) = \left\{ \mathbf{t} \in \mathbb{R}^n : A \cdot \boldsymbol{\tau} \leq A \cdot \mathbf{t} \leq A \cdot \mathbf{b} \right\}, \quad (9)$$

в предположении, что один из повторных интегралов в (8) сходится абсолютно.

**Решение в замкнутой форме.** Сначала дадим формальное решение уравнения (6). Заменяя в (6)  $\mathbf{x}$  на  $\mathbf{t}$  и  $\mathbf{t}$  на  $\mathbf{u}$ , умножая обе части полученного равенства на

$$\left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1},$$

где  $\sigma^1 = \sigma_1 \cdots \sigma_n$ ,  $\mathbf{t}^{\sigma-1} = t_1^{\sigma_1-1} \cdots t_n^{\sigma_n-1}$ , интегрируя по пирамиде  $A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})$ , получаем:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} \left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} d\mathbf{t} \times \\ & \times \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{t})} \left( A \cdot (\mathbf{t}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) \right)^{\alpha-1} \bar{J}_{\frac{\alpha-1}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{t}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) \right] f(\mathbf{u}) d\mathbf{u} = \\ & = \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} \left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t}, \quad \mathbf{x} \in A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}). \end{aligned} \quad (10)$$

Изменяем порядок интегрирования в левой части (10) согласно формуле (8):

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} f(\mathbf{u}) d\mathbf{u} \int_{\sigma(\mathbf{x}, \mathbf{u})} \left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{-\alpha} \left( A \cdot (\mathbf{t}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) \right)^{\alpha-1} \times \\ & \times \bar{J}_{\frac{\alpha-1}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{t}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) \right] \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} d\mathbf{t} = \\ & = \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} \left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t}, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $\sigma(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \left\{ \mathbf{t} \in \mathbb{R}^n : A \cdot \mathbf{u} \leq A \cdot \mathbf{t} \leq A \cdot \mathbf{x} \right\}$ .

Для вычисления внутреннего интеграла в левой части (11) вводим новые переменные

$$s_j = \mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma), \mathbf{a}_j = (a_{j1}, \dots, a_{jn}) \quad (j = 1, \dots, n).$$

Далее по формуле (4) выражаем функцию Бесселя–Клиффорда  $\bar{J}_\mu[z]$  через функцию Бесселя  $J_\mu[z]$ , используем формулу (7), для внутреннего интеграла в правой части (11) получаем:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{\sigma(\mathbf{x}, \mathbf{u})} (A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma))^{-\alpha} (A \cdot (\mathbf{t}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma))^{\alpha-1} \times \\ & \times \bar{J}_{\frac{\alpha-1}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{t}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) \right] \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} d\mathbf{t} = \\ & = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \prod_{j=1}^n \left[ \int_0^{\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)} s_j^{-\alpha_j} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} \left[ s_j \right] \times \right. \\ & \left. \times (\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j)^{\alpha_j-1} \bar{J}_{\frac{\alpha_j-1}{2}} \left[ \mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j \right] ds_j \right] = \\ & = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \prod_{j=1}^n \left[ \Gamma\left(1 - \frac{\alpha_j}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha_j+1}{2}\right) \int_0^{\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)} s_j^{-\alpha_j} \left(\frac{s_j}{2}\right)^{\frac{\alpha_j}{2}} J_{\frac{\alpha_j}{2}}(s_j) \times \right. \\ & \left. \times (\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j)^{\alpha_j-1} \left(\frac{\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j}{2}\right)^{\frac{1-\alpha_j}{2}} J_{\frac{\alpha_j-1}{2}}(\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j) ds_j \right] = \\ & = \frac{\Gamma\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{\sqrt{2} \Gamma(\alpha)} \prod_{j=1}^n \left[ \int_0^{\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)} s_j^{-\frac{\alpha_j}{2}} J_{\frac{\alpha_j}{2}}(s_j) \times \right. \\ & \left. \times (\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j)^{\frac{\alpha_j-1}{2}} J_{\frac{\alpha_j-1}{2}}(\mathbf{a}_j \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma) - s_j) ds_j \right] = \\ & = \frac{\Gamma\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{\sqrt{2} \Gamma(\alpha)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\Gamma\left(\frac{1-\alpha}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \mathbf{t}^{\frac{-\alpha+\alpha-1+1}{2}} J_{\frac{-\alpha+\alpha-1+1}{2}}(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)) = \\ & = \frac{\Gamma\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{\sqrt{2} \Gamma(\alpha)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\Gamma\left(\frac{1-\alpha}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)), \end{aligned}$$

где  $\mathbf{2} = (2, \dots, 2)$ ,  $\boldsymbol{\pi} = (\pi, \dots, \pi)$ .

Применяя в последнем выражении дважды известную формулу дополнения для гамма-функции  $\Gamma(z)$  [1, формула (1.60)]:  $\Gamma(z)\Gamma(1-z) = \frac{\pi}{\sin z\pi}$ ,  $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$ , окончательно для внутреннего интеграла в правой части (11) получаем:

$$\frac{\Gamma\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)}{\sqrt{2}\Gamma(\alpha)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\Gamma\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)) =$$

$$= \frac{\pi\Gamma\left(\frac{\alpha+1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)}{2\pi\Gamma(\alpha)\sin\left(\frac{\alpha\pi}{2}\right)} J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)) = \frac{\pi}{\Gamma(\alpha)\sin(\pi\alpha)} J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)),$$

где  $\sin(\pi\alpha) = \sin(\pi\alpha_1) \cdots \sin(\pi\alpha_n)$ .

На основании этого равенство (11) принимает вид:

$$\int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{u}^\sigma)) f(\mathbf{u}) d\mathbf{u} = f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}),$$

или

$$\int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)) f(\mathbf{t}) d\mathbf{t} = f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}), \quad (12)$$

или

$$\int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} f^*(\mathbf{t}) d\mathbf{t} = f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}),$$

где

$$f^*(\mathbf{t}) = J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)) f(\mathbf{t}),$$

$$f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) = \frac{\Gamma(\alpha)\sin(\pi\alpha)}{\pi} \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} (A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma))^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} [A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t}. \quad (13)$$

Совершая замену переменных

$$\mathbf{x} + \frac{r}{n\mathbf{c}} = A^{-1} \cdot \frac{\mathbf{y}}{\mathbf{d}}, \quad \mathbf{t} + \frac{r}{n\mathbf{c}} = A^{-1} \cdot \left(\frac{\boldsymbol{\tau}}{\mathbf{d}}\right), \quad (14)$$

где  $\frac{\mathbf{y}}{\mathbf{d}} = \left(\frac{y_1}{d_1}, \dots, \frac{y_n}{d_n}\right) \in \mathbb{R}^n$ ,  $\mathbf{d} = A^{-1} \cdot \mathbf{c}$ , переписываем (12) в виде

$$\int_{E_1(\mathbf{y})} \psi(\boldsymbol{\tau}) d\boldsymbol{\tau} = \varphi(\mathbf{y}), \quad (15)$$

где  $E_1(\mathbf{y})$  – модельная пирамида (2),

$$\psi(\boldsymbol{\tau}) = f^* \left( A^{-1} \cdot \left( \frac{\boldsymbol{\tau}}{\mathbf{d}} \right) - \frac{r}{n\mathbf{c}} \right), \quad \varphi(\mathbf{y}) = f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha} \left( A^{-1} \cdot \left( \frac{\mathbf{y}}{\mathbf{d}} \right) - \frac{r}{n\mathbf{c}} \right) \prod_{j=1}^n d_j.$$

Для обращения уравнения (15) перепишем его в виде

$$\int_{-(y_1+\dots+y_{n-1})}^{y_n} d\tau_n \int_{-(y_1+\dots+y_{n-2}+\tau_n)}^{y_{n-1}} d\tau_{n-1} \dots \int_{-(\tau_2+\dots+\tau_n)}^{y_1} \psi(\boldsymbol{\tau}) d\tau_1 = \varphi(\mathbf{y}). \quad (16)$$

Дифференцируя последовательно по  $y_n, y_{n-1}, \dots, y_1$ , получаем

$$\psi(\mathbf{y}) = \frac{\partial}{\partial \mathbf{y}} \varphi(\mathbf{y}) = \frac{\partial}{\partial y_1} \dots \frac{\partial}{\partial y_n} \varphi(\mathbf{y}).$$

Возвращаясь опять к переменной  $\mathbf{x} = A^{-1} \cdot \frac{\mathbf{y}}{\mathbf{d}} - \frac{r}{n\mathbf{c}}$ , учитывая равенства

$$\frac{\partial}{\partial y_k} = \sum_{j=1}^n \frac{a_{jk}}{d_k} \frac{\partial}{\partial x_j} \quad (k=1, \dots, n), \quad (17)$$

где  $a_{jk}$  ( $j, k=1, \dots, n$ ) – элементы обратной матрицы  $A^{-1}$ , и  $J_0(A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{x}^\sigma)) = J_0(0) = 1$ , приходим к следующей формуле решения уравнения (6):

$$f(\mathbf{x}) = \sigma^1 \prod_{k=1}^n \left( \sum_{j=1}^n a_{jk} \frac{\partial}{\partial x_j} \right) \left\{ \frac{\Gamma(\alpha) \sin(\pi\alpha)}{\pi} \times \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} \left( A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma) \right)^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} [A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)] \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t} \right\}. \quad (18)$$

Таким образом, мы доказали, что если уравнение (6) разрешимо, то его решение имеет вид (18).

**Необходимые и достаточные условия разрешимости.** Докажем необходимые и достаточные условия разрешимости уравнения (6) в пространстве  $L_1(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}))$ :

$$L_1(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})) = \left\{ f(\mathbf{x}) : \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} |f(\mathbf{t})| d\mathbf{t} < \infty \right\}. \quad (19)$$

Введем пространство

$$I_{A_{\mathbf{c},r}}(L_1) = \left\{ \varphi : \varphi(\mathbf{x}) = \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x}), A \cdot (\mathbf{b}-\mathbf{t}) \geq A \cdot (\mathbf{x}-\mathbf{t})} h(\mathbf{t}) d\mathbf{t}, h(\mathbf{t}) \in L_1(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})) \right\}. \quad (20)$$

Пространство  $I_{A_{\mathbf{c},r}}(L_1)$  играет ту же роль для уравнения (6), что и пространство  $AC([a,b])$  абсолютно непрерывных функций для классического интегрального уравнения Абеля [1, § 2.2]. Отметим, что если  $\varphi \in I_{A_{\mathbf{c},r}}(L_1)$ , то почти всюду на  $A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})$  существуют ее частные производные и

$$\prod_{k=1}^n \left( \sum_{j=1}^n a_{jk} \frac{\partial}{\partial x_j} \right) \varphi(\mathbf{x}) = h(\mathbf{x}).$$

К примеру, если  $A = E$  – единичная матрица,  $\mathbf{c} = \mathbf{1} = (1, \dots, 1)$  и  $r = 0$ , (19)–(20) принимают вид соответственно

$$L_1(E_1(\mathbf{b})) = \left\{ f(\mathbf{x}) : \int_{E_1(\mathbf{x})} |f(\mathbf{t})| d\mathbf{t} < \infty \right\},$$

$$I_{E_1}(L_1) = \left\{ \varphi : \varphi(\mathbf{x}) = \int_{E_1(\mathbf{x}), (\mathbf{b}-\mathbf{t}) \geq (\mathbf{x}-\mathbf{t})} h(\mathbf{t}) d\mathbf{t}, h(\mathbf{t}) \in L_1(E_1(\mathbf{b})) \right\},$$

где  $h(\mathbf{x}) = \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}} \varphi(\mathbf{x}) \equiv \frac{\partial}{\partial x_1} \dots \frac{\partial}{\partial x_n} \varphi(\mathbf{x})$ .

Имеет место следующее утверждение, являющееся аналогом классической теоремы Тамаркина о разрешимости одномерного интегрального уравнения Абеля в  $L_1(a, b)$ .

**Теорема 1.** Для разрешимости многомерного интегрального уравнения типа Абеля (6) с  $\lambda, \alpha \in \mathbb{R}^n$  ( $0 < \alpha < 1$ ) и  $\sigma \in \mathbb{R}_+^n$  в пространстве  $L_1(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}))$  необходимо и достаточно, чтобы выполнялись следующие условия:

$$\begin{aligned} f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) &= \frac{\Gamma(\alpha) \sin(\pi\alpha)}{\pi} \int_{A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{x})} (A \cdot (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma))^{-\alpha} \times \\ &\times \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} [A \cdot \lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t} \in I_{A_{\mathbf{c},r}}(L_1) \end{aligned} \quad (21)$$

и

$$\begin{aligned} \left[ f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) \right]_{\mathbf{c} \cdot \mathbf{x} + r = 0} &= \left[ \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{jk} \frac{\partial}{\partial x_j} f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) \right]_{\mathbf{c} \cdot \mathbf{x} + r = 0} = \dots = \\ &= \left[ \prod_{k=2}^n \sum_{j=1}^n \left( \tilde{a}_{jk} \frac{\partial}{\partial x_j} \right) f_{A_{\mathbf{c},r}}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) \right]_{\mathbf{c} \cdot \mathbf{x} + r = 0} = 0. \end{aligned} \quad (22)$$

При выполнении этих условий уравнение (6) разрешимо в  $L_1(A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}))$  и его единственное решение дается формулой (18).

**Доказательство.** В модельном случае  $A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b}) = E_1(\mathbf{b})$  утверждение теоремы вытекает из (15), (16). В случае произвольной пирамиды  $A_{\mathbf{c},r}(\mathbf{b})$  оно получается из (15), (16) после замены переменных (14) с учетом (17).

**Следствие 1.** Многомерное модельное интегральное уравнение типа Абеля

$$\frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{E_1(\mathbf{x})} (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)^{\alpha-1} \bar{J}_{\frac{\alpha-1}{2}} [\lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)] f(\mathbf{t}) d\mathbf{t} = g(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in E_1(\mathbf{b}), \quad (23)$$

с  $\lambda, \alpha \in \mathbb{R}^n$  ( $0 < \alpha < 1$ ) и  $\sigma \in \mathbb{R}_+^n$  разрешимо в пространстве  $L_1(E_1(\mathbf{b}))$  тогда и только тогда, когда

$$\begin{aligned} f_{E_1}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) &= \frac{\Gamma(\alpha) \sin(\pi\alpha)}{\pi} \int_{E_1(\mathbf{x})} (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)^{-\alpha} \times \\ &\times \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} [\lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)] \sigma^1 \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t} \in I_{E_1}(L_1) \end{aligned}$$

и

$$\left[ f_{E_1}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) \right]_{\mathbf{1} \cdot \mathbf{x} = 0} = \left[ \frac{\partial}{\partial x_n} f_{E_1}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) \right]_{\mathbf{1} \cdot \mathbf{x} = 0} = \dots = \left[ \frac{\partial}{\partial x_2} \dots \frac{\partial}{\partial x_n} f_{E_1}^{\lambda,\alpha}(\mathbf{x}) \right]_{\mathbf{1} \cdot \mathbf{x} = 0} = 0.$$

При выполнении этих условий уравнение (23) разрешимо в  $L_1(E_1(\mathbf{b}))$  и его единственное решение дается формулой

$$f(\mathbf{x}) = \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}} f_{E_1}^{\lambda, \alpha}(\mathbf{x}) = \sigma^1 \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}} \left\{ \frac{\Gamma(\alpha) \sin(\pi\alpha)}{\pi} \int_{E_1(\mathbf{x})} (\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)^{-\alpha} \bar{J}_{\frac{\alpha}{2}} [\lambda(\mathbf{x}^\sigma - \mathbf{t}^\sigma)] \mathbf{t}^{\sigma-1} g(\mathbf{t}) d\mathbf{t} \right\}.$$

**Заключение.** В работе проведено исследование многомерного интегрального уравнения с функцией Бесселя–Клиффорда по ограниченной пирамидальной области. Получено его решение в замкнутой форме, установлены необходимые и достаточные условия разрешимости уравнения в пространстве суммируемых функций.

Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований Республики Беларусь «Конвергенция – 2020» (программа 1, задание 1.2.01).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Самко, С.Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С.Г. Самко, А.А. Килбас, О.И. Маричев. – Минск: Наука и техника, 1987. – 688 с.
2. Репин, О.А. Краевые задачи со сдвигом для уравнений гиперболического и смешанного типов / О.А. Репин. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1992. – 183 с.
3. Kilbas, A.A. On integrable solution of a multidimensional Abel-type integral equation / A.A. Kilbas, M. Saigo, H. Takushima // Fukuoka Univ. Sci. Rep. – 1995. – Vol. 25, № 1. – P. 1–9.
4. Михлин, С.Г. Лекции по интегральным уравнениям / С.Г. Михлин. – М.: Физматгиз, 1959. – 232 с.
5. Преображенский, Н.Г. Абелева инверсия в физических задачах: Инверсия Абеля и ее обобщения / Н.Г. Преображенский. – Новосибирск: Ин-т теор. и прикл. механики СО АН СССР, 1978. – С. 6–24.
6. Федосов, В.П. О некоторых обобщенных уравнениях Абеля / В.П. Федосов. – Новосибирск: Ин-т теор. и прикл. механики СО АН СССР, 1978. – С. 106.
7. Килбас, А.А. Решение многомерных гипергеометрических уравнений типа Абеля / А.А. Килбас, Р.К. Райна, М. Сайго, Г.М. Сривастава // Доклады НАН Беларуси. – 1995. – Т. 43, № 2. – С. 23–26.
8. Raina, K.L. Solvability of some Abel-type integral equations involving the Gauss hypergeometry Function as kernels in the space of summable functions / K.L. Raina, T.M. Srivastava, A.A. Kilbas, M. Saigo // ANZIAM J. – 2001. – Vol. 43, № 2. – P. 291–320.
9. Килбас, А.А. Решение многомерных интегральных уравнений типа Абеля с гипергеометрической функцией Гаусса в ядрах по пирамидальной области / А.А. Килбас, О.В. Скоромник // Труды Ин-та математики / НАН Беларуси, Ин-т математики. – Минск, 2009. – Т. 17, № 1. – С. 71–78.
10. Килбас, А.А. Решение многомерного интегрального уравнения первого рода с функцией Лежандра в ядре по пирамидальной области / А.А. Килбас, О.В. Скоромник // Доклады академии наук (Российская академия наук). – 2009. – Т. 429, № 4. – С. 442–446.
11. Скоромник, О.В. Решение многомерного интегрального уравнения первого рода с функцией Куммера в ядре по пирамидальной области / О.В. Скоромник, С.А. Шлапаков // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2014. – № 1. – С. 12–17.
12. Бейтмен, Г. Высшие трансцендентные функции: в 3 т. / Г. Бейтмен, А. Эрдейи. – М.: Наука, 1973. – Т. 2: Функции Бесселя, функции параболического цилиндра, ортогональные многочлены. – 296 с.

#### REFERENCES

1. Samko S.G., Kilbas A.A., Marychev O.I. *Integrali i proizvodniye drobnogo poriadka i nekotoriye ikh prilozheniya* [Integrals and Part Order Function and Some Appendices], Mn., Nauka i tekhnika, 1987, 688 p.
2. Repin O.A. *Krayeviyе zadachi so sdvigom dlia uravnenii giperbolicheskogo i smeshannogo tipov* [Edge Problems with a Shift for Equations of Hyperbolic and Mixed Types], Saratov, izd-vo Saratovskogo un-ta, 1992, 183 p.
3. Kilbas A.A., Saigo M., Takushima H. On integrable solution of a multidimensional Abel-type integral equation // Fukuoka Univ. Sci. Rep. – 1995. – Vol. 25, № 1. – P. 1–9.
4. Mikhlin S.G. *Lektsii po integralnim uravneniyam* [Lectures on Integral Equations], M., Fizmatgiz, 1959, 232 p.
5. Preobrazhenski N.G. *Inversiya Abelia i yeyo obobshcheniya* [Abel Inversion and its Generalizations], Novosibirsk, In-t teor. i prikl. mekhaniki SO AN SSSR, 1978, pp. 6–24.
6. Fedosov V.P. *O nekotorikh obobshchennikh uravneniyakh Abelia* [On Some Generalized Abel Equations], Novosibirsk, In-t teor. i prikl. mekhaniki SO AN SSSR, 1978, p. 106.
7. Kilbas A.A., Raina R.K., Saigo M., Srivastava G.M. *Dokladi NAN Belarusi* [Reports by NASc of Belarus], 1995, 43(2), pp. 23–26.
8. Raina K.L., Srivastava T.M., Kilbas A.A., Saigo M. Solvability of some Abel-type integral equations involving the Gauss hypergeometry Function as kernels in the space of summable functions // ANZIAM J. – 2001. – Vol. 43, № 2. – P. 291–320.
9. Kilbas A.A., Skoromnik O.V. *Trudi in-ta matematiki NAN Belarusi* [Works by the Institute of Mathematics of NASc of Belarus], Minsk, 2009, 17(1), pp. 71–78.
10. Kilbas A.A., Skoromnik O.V. *Dokladi Akademii nauk (Rossiyskaya Akademiya nauk)* [Reports by the Academy of Sciences (Russian Academy of Sciences)], 2009, 429(4), pp. 442–446.
11. Skoromnik O.V., Shlapakov S.A. *Vestnik Vitebskaya dzharzhauunaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2014, 1, pp. 12–17.
12. Beitmen G., Erdeyi A. *Vysshiyе transtsendentniye funktsii: v 3 t.* [Higher Transcendental Functions, in 3 Volumes], M., Nauka, 1973, Vol. 2, 296 p.

Поступила в редакцию 08.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: skoromnik@gmail.com – Скоромник О.В.

# Самоподобные однородные двумерное и трехмерное лоренцевы многообразия

М.Н. Подоксенов

Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»

*Риманово или лоренцево многообразия называется самоподобным, если оно допускает существенную однопараметрическую группу подобий. Пусть  $(G, g)$  – это однородное многообразие группы Ли, снабженной левоинвариантной лоренцевой метрикой. Преобразование  $f: G \rightarrow G$  называется гомотетическим автоморфизмом, или автоподобием, если оно является одновременно подобием и автоморфизмом группы Ли.*

*Цель данной работы – найти самоподобные однородные лоренцевы многообразия одной двумерной и одной трехмерной групп Ли и указать их группы гомотетических автоморфизмов.*

**Материал и методы.** Рассматриваются две связанные группы Ли, снабженные левоинвариантной лоренцевой метрикой: двумерная  $G=A^+(1)$ , которую можно представить как группу аффинных преобразований прямой, сохраняющих ориентацию прямой, и трехмерная  $G_3=A^+(1)\times R$ . Используются методы линейной алгебры и дифференциальной геометрии.

**Результаты и их обсуждение.** В работе приводится матричное представление двумерной и трехмерной связанных групп Ли  $G=A^+(1)$ ,  $A^+(1)\times R$  и соответствующих алгебр Ли, вводятся координаты на них и указываются координатные записи левого сдвига и экспоненциального отображения. Сначала находятся автоподобия алгебр Ли, а затем они переносятся на группы Ли. Это позволяет найти формулы, по которым действуют однопараметрические группы подобий рассматриваемых однородных лоренцевых многообразий, в том числе те, которые являются автоморфизмами групп Ли, а также найти полные группы подобий этих многообразий.

**Заключение.** Найденны два самоподобных лоренцевых однородных многообразия двумерной и трехмерной связанных групп Ли и указаны однопараметрические группы гомотетических автоморфизмов, а также найдены их полные группы подобий. Результаты данной работы могут быть распространены на четырехмерную группу Ли подтипа  $VI_1$  по классификации Бианки.

**Ключевые слова:** однородное многообразие, группа Ли, подобие, лоренцева метрика.

## Semi-similar Homogeneous Two-dimensional and Three-dimensional Lorentzian Manifolds

M.N. Podoksenov

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*Riemannian or Lorentzian manifold is called self-similar if it admits an essential one-parameter group of homothetic transformations. Let  $(G, g)$  be a homogeneous manifold of Lie group, supplied by left-invariant Lorentzian metrics. A transformation  $f: G \rightarrow G$  is said to be a homothetic automorphism, or an autosimilarity, if it is simultaneously a homothetic transformation and an automorphism of Lie group.*

*The objective of this paper is to find homogeneous self-similar Lorentzian manifolds of one two-dimensional and one three-dimensional Lie groups and specify their groups of homothetic automorphisms.*

**Material and methods.** Two connected Lie groups, supplied with left-invariant Lorentzian metrics are considered: two-dimensional  $G=A^+(1)$  (it can be represented as a group of affine transformations of a straight line, which preserve orientation of the line) and three-dimensional  $G_3=A^+(1)\times R$ .

*Methods of linear algebra and differential geometry are used.*

**Findings and their discussion.** In present paper matrix representation of two-dimensional and three-dimensional connected Lie groups  $G=A^+(1)$ ,  $A^+(1)\times R$  and their Lie algebras are presented; coordinates are introduced and formulas of left shift and exponential mapping in this coordinates are specified. First autosimilarities of the Lie algebras are found, then they are carried over to the Lie groups. It makes it possible to find formulas of one-parameter groups of similarities of the considered homogeneous Lorentzian manifolds, including those, which are automorphisms of Lie groups, and to find general groups of similarities of the considered homogeneous manifolds.

**Conclusion.** Two self-similar homogeneous Lorentzian manifolds of two-dimensional and tree-dimensional connected Lie groups are found, their one-parameter groups of homothetic automorphisms are specified and also full groups of similarities are found. The results of the present paper can be carried over to for-dimensional Lie group of Bianchi subtype VI<sub>1</sub>.

**Key words:** Homogeneous manifold, Lie group, similarity, Lorentzian metrics.

Пусть  $(M, g)$  – риманово или лоренцево многообразие. Преобразование  $f: M \rightarrow M$  называется подобием с коэффициентом  $e^\mu$ , ( $\mu = \text{const}$ ), если для любой точки  $p \in M$  и любых векторов  $X, Y \in T_p M$  выполнено  $\langle f_* X, f_* Y \rangle_{f(p)} = e^{2\mu} \langle X, Y \rangle_p$ . Это подобие называется существенным, если оно не может быть превращено в изометрию за счет умножения метрического тензора на некоторую положительную функцию. Многообразие называется *самоподобным*, если оно допускает существенную однопараметрическую группу подобий. Пусть  $(G, g)$  – это однородное многообразие группы Ли, снабженной левоинвариантной лоренцевой метрикой. Преобразование  $f: G \rightarrow G$  называется *гомотетическим автоморфизмом*, или *автоподобием*, если оно является одновременно подобием и автоморфизмом группы Ли.

Цель данной работы – найти самоподобные однородные лоренцевы многообразия одной двумерной и одной трехмерной групп Ли и указать их группы гомотетических автоморфизмов. Эта задача применительно к трехмерной группе Ли Гейзенберга решена в [1].

Любое подобие  $f: G \rightarrow G$  однородного пространства  $(G, g)$  группы Ли  $G$  можно представить в виде композиции  $L_\sigma \circ h$ , где  $h$  – подобие, оставляющее единицу  $e$  на месте, а  $L_\sigma$  – левый сдвиг. Поэтому задача сводится к поиску подобий, которые оставляют неподвижной единицу группы Ли. Такие преобразования порождаются преобразованиями соответствующей алгебры Ли, если группа Ли является экспоненциальной.

Преобразование алгебры Ли  $F: \mathcal{G} \rightarrow \mathcal{G}$  называется *автоморфизмом*, если оно сохраняет операцию скобки:  $[FX, FY] = F[X, Y] \quad \forall X, Y \in \mathcal{G}$ . Пусть в алгебре Ли  $\mathcal{G}$  задано евклидово или лоренцево скалярное произведение  $\langle \cdot, \cdot \rangle$ . Тогда преобразование  $F: \mathcal{G} \rightarrow \mathcal{G}$  называется *подобием* с коэффициентом  $e^\mu$ , если  $\langle FX, FY \rangle = e^{2\mu} \langle X, Y \rangle \quad \forall X, Y \in \mathcal{G}$ . В случае  $\mu = 0$  преобразование  $F$  называется *изометрией*.

Преобразование, являющееся одновременно подобием и автоморфизмом, будем называть *автоподобием*, а преобразование, являющееся изометрией и автоморфизмом, – *автоизометрией*.

Все автоподобия разрешимых и нильпотентных трехмерных алгебр Ли, на которых введено лоренцево скалярное произведение, найдены в работе [2]. Результат о том, что полупростая и простая трехмерные алгебры Ли не допускают автоподобий, отличных от автоизометрий, опубликован в [3].

**Материал и методы.** В данной работе мы рассматриваем две связанные группы Ли, снабженные левоинвариантной лоренцевой метрикой:

1) двумерную некоммутативную группу  $G_2 = A^+(1)$ , которую можно представить как группу аффинных преобразований прямой, сохраняющих ориентацию прямой;

2) трехмерную  $G_3 = A^+(1) \times R$ .

Используются методы линейной алгебры и дифференциальной геометрии.

**Результаты и их обсуждение.** Существует единственная с точностью до изоморфизма двумерная некоммутативная алгебра Ли  $\mathcal{G}_2$ . В подходящем базисе  $(E_1, E_2)$  коммутационные соотношения задаются одним равенством:  $[E_1, E_2] = E_2$ . Подпространство  $Z = RE_2$  является центром рассматриваемой алгебры Ли.

**Лемма.** Двумерная некоммутативная алгебра Ли, снабженная лоренцевым скалярным произведением, допускает автоподобия, отличные от автоизометрий тогда и только тогда, когда ее центр является изотропным. При этом она допускает однопараметрическую группу гомотетий.

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Любой автоморфизм алгебры Ли должен оставлять центр  $Z$  инвариантным.

Предположим, что центр  $Z$  не является изотропным. Будем называть вектор единичным, если его скалярный квадрат равен  $\pm 1$ . Умножение вектора  $E_2$  на ненулевое число не меняет коммутационных соотношений. Пусть  $F_2$  – единичный вектор, сонаправленный с  $E_2$ ; единичный вектор  $F_1 \perp E_2$  можно представить в виде  $F_1 = \alpha E_1 + \beta E_2$ . Тогда  $[F_1, F_2] = \alpha F_2$ . Любое автоподобие в ортонормированном базисе  $(F_1, F_2)$  определяется формулами вида  $F'_1 = \pm e^\mu F_1, F'_2 = \pm e^\mu F_2$ . В новом базисе имеем:  $[F'_1, F'_2] = \pm \alpha e^\mu F'_2$ . Значит, рассматриваемое преобразование будет автоморфизмом только при  $\mu = 0$ .

Если центр  $Z$  является изотропным, то мы можем выбрать  $F_1 = E_1 + \beta E_2$ , принадлежащий второму изотропному направлению, и после этого выбрать  $F_2 = \alpha E_2$  так, что  $\langle F_1, F_2 \rangle = 1$ . В новом базисе  $(F_1, F_2)$  коммутационные соотношения будут иметь прежний вид:  $[F_1, F_2] = F_2$ , а матрица Грама этого базиса имеет вид  $\Gamma = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ . Произвольное преобразование, сохраняющее скалярное произведение, в этом случае задается матрицей  $e^\mu \begin{pmatrix} \pm e^{-\nu} & 0 \\ 0 & \pm e^\nu \end{pmatrix}$ . Такие преобразования будут изоморфизмами алгебры Ли только при выполнении двух условий:  $\mu = \nu$  и в первой строке матрицы выбирается знак «+».

Окончательно получаем, что преобразования, действующие по формулам

$$F_1' = F_1, F_2' = \pm e^{2\mu t} F_2, \mu = \text{const}, t \in R,$$

и только они, являются автоморфизмами алгебры Ли и подобиями с коэффициентами  $e^{\mu t}$ . Легко проверить, что эти преобразования образуют однопараметрическую группу, но только, если выбирается знак «+». ■

В дальнейшем базис  $(F_1, F_2)$  будем обозначать, как исходный:  $(E_1, E_2)$ .

Некоммутативную двумерную алгебру Ли  $\mathcal{G}_2$  можно представить как состоящую из матриц вида  $\begin{pmatrix} u_1 & u_2 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ , и при этом

$$E_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, E_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Соответствующая ей связная односвязная группа Ли  $G_2$  может быть представлена как группа аффинных преобразований прямой  $A^+(1)$ , сохраняющих ориентацию прямой, или как группа матриц вида  $\begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $x_1 > 0$ , с операцией умножения матриц. Введем на  $\mathcal{G}_2$  и  $G_2$  координаты, сопоставив приведенным выше матрицам координаты  $(u_1, u_2)$  и  $(x_1, x_2)$  соответственно. Единичному элементу группы соответствуют координаты  $(1, 0)$ . Тогда групповая операция задается формулами

$$(x_1, x_2) \cdot (y_1, y_2) = (x_1 y_1, x_1 y_2 + x_2),$$

а обратный элемент находится так:  $(x_1, x_2)^{-1} = (x_1^{-1}, -x_2 x_1^{-1})$ .

Однопараметрическая группа автоподобий  $\{F(t), t \in R\}$  алгебры Ли  $\mathcal{G}_2$  задается в выбранных координатах формулами

$$u_1' = u_1, u_2' = e^{2\mu t} u_2. \quad (2)$$

Непосредственным вычислением находим, что экспоненциальное отображение  $\exp: \mathcal{G}_2 \rightarrow G_2$  задается формулами

$$x_1 = e^{u_1}, x_2 = u_2 + \frac{1}{2} u_1 u_2 + \frac{1}{6} u_1^2 u_2 + \dots + \frac{1}{n!} u_1^{n-1} u_2 + \dots = \frac{u_2}{u_1} (e^{u_1} - 1). \quad (3)$$

Необходимо уточнить, что  $\exp(0, u_2) = (1, u_2)$ . Отсюда получаем формулы обратного отображения  $\exp^{-1}: G_2 \rightarrow \mathcal{G}_2$ :

$$u_1 = \ln x_1, u_2 = \frac{x_2}{x_1 - 1} \ln x_1, \quad (4)$$

**Теорема 1.** На связной односвязной двумерной некоммутативной группе Ли существует левоинвариантная лоренцева метрика, при которой эта группа превращается в самоподобное многообразие. В подходящей карте все однопараметрические группы подобий, являющиеся автоморфизмами группы Ли, задаются формулами

$$\begin{cases} x_1' = x_1, \\ x_2' = e^{2\mu t} x_2, t \in R, \mu = \text{const}, \end{cases} \quad (5)$$

а метрический тензор – матрицей

$$(g_{ij}) = \begin{pmatrix} 0 & x_1^{-2} \\ x_1^{-2} & 0 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** В работе [1] показано, что любое подобие  $f: G \rightarrow G$  однородного многообразия группы Ли, снабженной левоинвариантной метрикой, оставляющее неподвижной единицу группы, может быть получено в виде  $f = \exp \circ F \circ \exp^{-1}$ , где  $\exp: \mathcal{G} \rightarrow G$  – групповая экспонента, а  $F: \mathcal{G} \rightarrow \mathcal{G}$  – автоподобие алгебры Ли. Нетрудно проверить, что если  $\{F(t), t \in R\}$  есть однопараметрическая подгруппа преобразований алгебры Ли  $\mathcal{G}$ , то преобразования  $f(t) = \exp \circ F(t) \circ \exp^{-1}: G \rightarrow G, t \in R$ , тоже образуют однопараметрическую группу.

Найдем формулы преобразований  $f(t)$  для нашей группы  $G_2$ . Применяя последовательно формулы (4) и (2) находим, что

$$u_1' = \ln x_1, u_2' = \frac{e^{2\mu t} x_2}{x_1 - 1} \ln x_1.$$

Теперь подставляем эти формулы в (3):

$$x_1' = e^{\ln x_1}, x_2' = \frac{e^{2\mu t} x_2}{x_1 - 1} \ln x_1 (e^{\ln x_1} - 1) : \ln x_1.$$

После упрощения получаем формулы (5). Группа  $\{f(t), t \in R\}$  состоит из существенных подобий (при  $t \neq 0$ ), потому что его дифференциал в единице группы не является изометрией алгебры Ли.

Тот факт, что в выбранных координатах метрический тензор имеет вид (6), доказан в [4].

Проверим, что найденные преобразования действительно являются подобиями. Пусть  $J_t(x_1, x_2)$  – матрица Якоби преобразования  $f_t$ . Обратная к ней матрица имеет вид

$$I_t(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-2\mu t} \end{pmatrix}.$$

Тогда

$$I_t^T(x_1, x_2)(g_{ij}) I_t(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-2\mu t} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & x_1^{-2} \\ x_1^{-2} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-2\mu t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & e^{-2\mu t} x_1^{-2} \\ e^{-2\mu t} x_1^{-2} & 0 \end{pmatrix} = e^{-2\mu t} (g_{ij}). \blacksquare$$

Пусть  $\{f(t), t \in R\}$  – однопараметрическая группа подобий, которая задается формулами (5). Произвольная однопараметрическая группа  $\{h(t), t \in R\}$  подобий рассматриваемого многообразия может быть представлена в виде  $(L_g) \circ f(t) \circ (L_g)^{-1}$ , где  $g \in G_2$  – фиксированный элемент группы. Если элемент  $g$  имеет координаты  $(g_1, g_2)$ , то

$$L_g(x_1, x_2) = (g_1 x_1, g_1 x_2 + g_2), (L_g)^{-1}(x_1, x_2) = \left( \frac{x_1}{g_1}, \frac{x_2 - g_2}{g_1} \right).$$

Отсюда выводим формулы, по которым действует группа  $\{h(t), t \in R\}$ :

$$x_1' = x_1, x_2' = e^{2\mu t} x_2 - g_2 (e^{2\mu t} - 1).$$

Преобразование алгебры Ли, которое действует по правилу  $E_1' = E_1, E_2' = -E_2$ , является автоизометрией. Оно порождает автоморфизм группы Ли  $G_2$ , действующий по формулам  $x_1' = x_1, x_2' = -x_2$ . Составляя композицию этого преобразования с  $f(t)$ , мы получим гомотетические автоморфизмы рассматриваемой лоренцевой группы Ли

$$x_1' = x_1, x_2' = -e^{2\mu t} x_2;$$

однако они не образуют группу.

Замена  $x_1$  на  $-x_1$  не приводит к изменению метрического тензора, но получить изометрию нашего многообразия  $x_1' = -x_1, x_2' = x_2$ , мы не можем, поскольку рассматриваем только связную группу Ли ( $x_1 > 0$ ). Метрический тензор не зависит от  $x_2$ , и поэтому сдвиги по координате  $x_2$ :  $x_1' = x_1, x_2' = x_2 + c, c = \text{const}$ , являются изометриями, но их можно представить как левый сдвиг на элемент  $(1, c) \in A^+(1)$ .

Мы приходим к выводу, что рассматриваемое лоренцево однородное многообразие допускает трехмерную группу подобий, которая порождается левыми сдвигами и преобразованиями  $x_1' = x_1, x_2' = \pm e^{2\mu t} x_2$ . Она действует по формулам

$$\begin{cases} x_1' = g_1 x_1, \\ x_2' = \pm g_1 e^{2\mu t} x_2 + g_2, t \in R, g_1 > 0, g_2 \in R \end{cases}$$

(мы принимаем во внимание, что  $\mu t \in R \Leftrightarrow t \in R$  при  $\mu \neq 0$ ). Найденная группа является полной, поскольку любое подобие группы Ли – композиция подобия, оставляющего инвариантным единичный элемент группы и ле-

вого сдвига, и, в свою очередь, любое подобие, оставляющее инвариантной единичный элемент группы, порождается автоподобием соответствующей алгебры Ли.

Заметим, что общий вид метрик однородных самоподобных односвязных многообразий был описан Д. Алексеевским [5]. С.П. Гавриловым [4] найдены геодезические всех инвариантных метрик на двумерной некоммутативной группе Ли, включая рассматриваемый в данной работе тип метрик. Результаты Д. Алексеевского были дополнены автором этой работы [6] для случая неодносвязных многообразий.

В рассматриваемой группе Ли элементы с координатами  $(1, k)$ , которые задают сдвиги прямой, образуют нормальную подгруппу. Также нормальную подгруппу  $H$  образуют такие элементы при  $k \in \mathbb{Z}$ . Тем самым мы можем рассмотреть группу Ли  $G_2/H$ , которая гомеоморфна цилиндру. В связи с тем, что метрический тензор не зависит от  $x_2$ , метрику можно перенести с помощью накрытия  $G_2 \rightarrow G_2/H$ . Другими словами, мы можем сделать координату  $x_2$  циклической с любым периодом. Однако новая неодносвязная группа Ли не допускает преобразований вида (5), т.е. не подпадает под класс многообразий, рассмотренных в [6].

**З а м е ч а н и е.** Возможна ситуация, когда подходящий базис будут составлять другие матрицы, нежели (1). Тем не менее мы можем ввести на рассматриваемых алгебре Ли и группе Ли координаты так, что групповые операции, экспоненциальное отображение и метрический тензор будут задаваться теми же формулами, а следовательно, и однопараметрические группы гомотетий будут задаваться теми же формулами (2).

Рассмотрим теперь трехмерную группу Ли  $G_3 = A^+(1) \times R$ . Ее алгебра Ли  $\mathfrak{G}_3$  III типа Бианки (см. [7]) содержит двумерный коммутативный идеал  $\mathcal{L}$ . Канонический вид коммутационных соотношений в подходящем базисе  $(E_1, E_2, E_3)$ :  $[E_1, E_3] = E_3$ , а остальные скобки базисных векторов равны нулевому вектору (базис мы выбрали иначе, чем в [7]). Векторы  $E_2, E_3$  образуют базис в  $\mathcal{L}$ , а линейное преобразование  $\text{ad}(E_1)$  действует на  $\mathcal{L}$ . Его матрица:  $\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ .

Пусть в алгебре Ли задано лоренцево скалярное произведение сигнатуры  $(+, +, -)$ . Действуя как при доказательстве леммы, мы приходим к выводу, что  $\mathfrak{G}_3$  допускает гомотетические автоморфизмы в том и только в том случае, когда на идеале  $\mathcal{L}$  индуцируется вырожденное скалярное произведение. Если центр  $\mathcal{Z} = RE_3$  изотропен, то матрица Грама выбранного базиса имеет вид

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

а автоподобия задаются формулами

$$E_1' = E_1, E_2' = \pm e^{ut} E_2, E_3' = \pm e^{2ut} E_3; \tag{7}$$

(знаки во второй и третьей частях формулы могут меняться независимо). Очевидно, что однопараметрическую подгруппу образуют только преобразования (7) со знаком «+».

Группу Ли  $G_3$  и алгебру Ли  $\mathfrak{G}_3$  можно представить как состоящие соответственно из матриц

$$\begin{pmatrix} x_1 & 0 & x_3 \\ 0 & x_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, x_1 > 0; \begin{pmatrix} u_1 & 0 & u_3 \\ 0 & u_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

с групповой операцией умножения матриц. Припишем элементам группы Ли и векторам алгебры Ли, задаваемым указанными матрицами, координаты  $(x_1, x_2, x_3)$  и  $(u_1, u_2, u_3)$  соответственно. Групповая операция задается формулами

$$(x_1, x_2, x_3) \cdot (y_1, y_2, y_3) = (x_1 y_1, x_2 y_2, x_1 y_3 + x_3),$$

а обратный элемент находится так:  $(x_1, x_2, x_3)^{-1} = (x_1^{-1}, x_2^{-1}, -x_3 x_1^{-1})$ . Экспоненциальное отображение действует по формулам:

$$x_1 = e^{u_1}, x_2 = e^{u_2}, x_3 = \frac{u_3}{u_1} (e^{u_1} - 1).$$

Следующая теорема доказывается аналогично теореме 1.

**Теорема 2.** На связной односвязной трехмерной группе Ли  $G_3 = A^+(1) \times R$  существует левоинвариантная лоренцева метрика, при которой эта группа превращается в самоподобное многообразие. В подходящей карте все однопараметрические группы подобий, являющиеся автоморфизмами группы Ли, задаются формулами

$$\begin{cases} x'_1 = x_1, \\ x'_2 = e^{\mu t} x_2, \\ x'_3 = e^{-2\mu t} x_3, t \in R, \mu = \text{const}, \end{cases}$$

а метрический тензор – матрицей

$$(g_{ij}) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & x_1^{-2} \\ 0 & 1 & 0 \\ x_1^{-2} & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Транзитивная существенная группа подобий для рассматриваемого лоренцевого многообразия задается формулами

$$\begin{cases} x'_1 = g_1 x_1, \\ x'_2 = \pm g_2 e^t x_2, \\ x'_3 = \pm g_1 e^{2t} x_3 + g_3, t \in R, g_1 > 0, g_2, g_3 \in R. \end{cases}$$

Однако она не является полной, поскольку может быть расширена за счет еще одного класса автоизометрий группы Ли  $G_3$ .

Отметим также, что  $G_3$  допускает гомотетические автоморфизмы не только в том случае, когда центр  $Z = RE_3$  изотропен. Тем самым существует еще один класс лоренцевых метрик на группе  $G_3$ , при котором она превращается в самоподобное многообразие. Этот класс метрик будет рассмотрен в следующем исследовании.

**Заключение.** В данной работе мы нашли два самоподобных однородных многообразия двумерной и трехмерной связных групп Ли, снабженных лоренцевым скалярным произведением, и указали их полные группы подобий, а также нашли однопараметрические группы гомотетических автоморфизмов. Тем самым мы расширили список многообразий рассматриваемого типа.

Необходимым условием существования гомотетических автоморфизмов групп Ли является существование автоподобий соответствующих алгебр Ли. Поскольку в работе [2] уже найдены автоподобия для всех разрешимых трехмерных групп Ли, то ближайшей задачей является нахождение автоподобий соответствующих трехмерных групп Ли. Также результаты данной работы могут быть распространены на четырехмерную группу Ли подтипа  $V_1$  по классификации Бианки (см. [7]).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Подоксенов, М.Н. Подобия и изометрии однородного многообразия группы Гейзенберга, снабженной левоинвариантной лоренцевой метрикой / М.Н. Подоксенов // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2011. – № 5. – С. 10–15.
2. Подоксенов, М.Н. Гомотетические автоморфизмы трехмерных алгебр Ли / М.Н. Подоксенов // Ученые записки УО «ВГУ им. П.М. Машерова»: сб. науч. тр. / Витеб. гос. ун-т. – Витебск, 2009. – Т. 8. – С. 203–211.
3. Подоксенов, М.Н. Гомотетические автоморфизмы алгебр Ли  $SL(2, R)$  / М.Н. Подоксенов, О.Ю. Кочергина // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конференции, посвященной 60-летию доктора физико-математических наук, профессора Н.Т. Воробьева, Витебск, 21–22 июня 2011 г. / Витеб. гос. ун-т. – Витебск, 2011. – С. 48–50.
4. Гаврилов, С.П. Геодезические левоинвариантных метрик на связной двумерной неабелевой группе Ли / С.П. Гаврилов // Гравитация и теория относительности. – Вып. 19. – Казань: Изд-во КГУ, 1981. – С. 28–44.
5. Alekseevski, D. Self-similar Lorentzian manifolds / D. Alekseevski // Ann. of Global Anal. Geom. – 1985. – Vol. 3, No. 1. – P. 59–84.
6. Подоксенов, М.Н. Лоренцево многообразие с однопараметрической группой гомотетий, имеющей замкнутую изотропную орбиту / М.Н. Подоксенов // Сиб. матем. журн. – Т. 30, № 5. – С. 135–137.
7. Петров, А.З. Новые методы в общей теории относительности / А.З. Петров. – М.: Наука, 1966.

#### REFERENCES

1. Podoksenov M.N. *Vestnik Vitsebskaga dzharzhavnaga un-ta* [Journal of Vitebsk State University]. – 2011. – 5(65), pp. 10–15.
2. Podoksenov M.N. *Uchyonye zapiski Vitsebskaga dzharzhavnaga un-ta* [Scientific Notes of Vitebsk State University], Vitebsk, 2009, 8, pp. 203–211.
3. Podoksenov M.N., Kochergina O.Yu. *Innovatsionniye tekhnologii obucheniya fiziko-matematicheskimi distsiplinam. Materiali mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi Internet-konferentsii posviashchennoi 60-letiyu doktora fiziko-matematicheskikh nauk professora N.T. Vorobyeva, Vitebsk 21–22 iyunia 2011 goda* [Innovative Technologies in Education in Physical and Mathematical Disciplines. Proceedings of Scientific and Practical Internet Conference Dedicated to the 60-th Anniversary of Professor N.T. Vorobyev. Vitebsk, June 21–22, 2011], Izd-vo VGU, 2011, pp. 48–50.
4. Gavrilov S.P. *Gravitatsiya i teория otносителности* [Gravitation and Relativity] Kazan, Izd-vo KGU, 1981, 19, pp. 28–44.
5. Alekseevski D. Self-similar Lorentzian manifolds. Ann. of Global Anal. Geom., 1985, Vol. 3, No. 1, pp. 59–84.
6. Podoksenov M.N. *Sib. matem. zhurn.* [Siberian Mathematical Journal] 1989, 30(5), pp. 135–137.
7. Petrov A.Z. *Noviye metody v obshchei teorii otносителности* [New Methods in Relativity Theory]. – М.: Nauka, 1966.

Поступила в редакцию 14.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: P\_Michael@mail.com – Подоксенов М.Н.

## Об асимптотических свойствах многочленов Эрмита–Паде

Е.П. Кечко

Учреждение образования «Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скорины»

Представленная статья относится к изучению асимптотики многочленов Эрмита–Паде для системы экспонент. Цель работы – изучение асимптотики недиагональных квадратичных многочленов Эрмита–Паде 1-го рода для системы экспонент.

**Материал и методы.** Материалом исследования являются квадратичные многочлены Эрмита–Паде 1-го рода для системы экспонент. При этом использовался метод перевала.

**Результаты и их обсуждение.** Сформулирована теорема об асимптотике недиагональных квадратичных многочленов Эрмита–Паде 1-го рода для системы экспонент  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^2$ , где  $\{\lambda_p\}_{p=0}^2$  – набор различных комплексных чисел. Для доказательства данной теоремы к интегральным представлениям многочленов Эрмита–Паде применяется метод перевала.

**Заключение.** В работе найдена асимптотика многочленов Эрмита–Паде 1-го рода для системы экспонент. Сформулированная теорема дополняет и обобщает известные результаты П. Борвейна, Ф. Вилонского, А.П. Старовойтова и А.В. Астафьевой, К. Драйвер и Н. Темме.

**Ключевые слова:** квадратичные многочлены Эрмита–Паде, асимптотика многочленов Эрмита–Паде, система экспонент, метод перевала.

## On Asymptotic Properties of Hermite–Pade Polynomials

E.P. Kechko

Educational Establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

The presented article refers to the study of the asymptotics of Hermite–Pade polynomials for exponential system.

The purpose of the work is to study asymptotics of non-diagonal quadratic Hermite–Pade polynomials of type I for exponential system.

**Material and methods.** The object of the research is quadratic Hermite–Pade polynomials of type I for exponential system. The saddle-point method is used for the research.

**Finding and their discussion.** A theorem about asymptotics of non-diagonal quadratic Hermite–Pade polynomials of type I for exponential system  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^2$ , where set  $\{\lambda_p\}_{p=0}^2$  are different complex numbers, is formulated. To prove the theorem to integral represent of Hermite–Pade polynomials the saddle-point method is used.

**Conclusion.** In the paper asymptotic of Hermite–Pade polynomials of type I for exponential system was found. The formulated theorems complement and generalize known results by P. Borwein, F. Wielonsky, A.P. Starovoitov and A.V. Astafieva, K. Driver and N. Temme.

**Key words:** quadratic Hermite–Pade polynomials, asymptotic of Hermite–Pade polynomials, exponential system, saddle-point method.

Для заданного натурального числа  $k$  рассмотрим произвольный фиксированный набор  $\{\lambda_p\}_{p=0}^k$  различных комплексных и произвольный набор  $\{n_p\}_{p=0}^k$  целых положительных чисел.

Многочленами Эрмита–Паде 1-го рода (латинского типа) системы экспоненциальных функций  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^k$  называют многочлены  $A_{n_p}^p(z)$ ,  $\deg A_{n_p}^p \leq n_p - 1$ ,  $p = 0, 1, \dots, k$ , хотя бы один из которых тождественно не равен нулю, удовлетворяющие условию

$$R_{n_0, n_1, \dots, n_k}(z) = \sum_{p=0}^k A_{n_p}^p e^{\lambda_p z} = O(z^{n_0+n_1+\dots+n_k-1}), \quad z \rightarrow 0. \quad (1)$$

Если  $n_0 = n_1 = \dots = n_k = n$ , то элементы множества  $\{A_n^p(z)\}_{p=0}^k$  – диагональные многочлены Эрмита–Паде 1-го рода для системы экспонент  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^k$  (подробнее о терминологии см. [1]).

Многочлены  $\{A_n^p(z)\}_{p=0}^k$  введены в рассмотрение Эрмитом [2] (одновременно с полученными для них интегральными представлениями) спустя некоторое время после выхода в свет его знаменитой работы, посвященной доказательству трансцендентности числа  $e$ . С тех пор аппроксимации Эрмита–Паде экспоненциальных функций привлекали и привлекают внимание как классиков (Д. Гильберт, Ф. Клейн, Ф. Линдемман, К. Малер, К. Зигель), так и известных современных математиков.

В настоящее время теория многочленов и аппроксимаций Эрмита–Паде (определения аппроксимаций Эрмита–Паде 1-го и 2-го рода см. в [1]) активно развивается и составляет самостоятельное направление комплексного анализа и теории приближений. Традиционно аппроксимации Эрмита–Паде имеют приложения к теории диофантовых приближений [3], к задачам приближения аналитических функций [4] и аналитического продолжения [5]. Они оказались полезными в теории несимметричных разностных операторов [6] и в теории случайных матриц [7].

При  $k=1$  многочлены Эрмита–Паде являются хорошо изученными классическими многочленами Паде. Например, известная теорема Паде утверждает, что если нормировать их так, чтобы  $A_n^1(0)=1$ , то при  $n \rightarrow \infty$  локально равномерно по  $z \in \mathbb{C}$ , т.е. на любом компакте в  $\mathbb{C}$ , справедливы асимптотические равенства

$$A_n^0(z) = -e^{z/2} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right), \quad A_n^1(z) = e^{z/2} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right).$$

В работе [8] П. Борвейн нашел асимптотику квадратичных диагональных многочленов Эрмита–Паде для системы экспонент  $\{1, e^z, e^{2z}\}$ . Ф. Вилонский [9] получил аналогичный результат для системы экспонент  $\{e^{p z}\}_{p=0}^k$  при произвольном  $k$ . В работе [10] найдена асимптотика диагональных многочленов Эрмита–Паде в случае системы экспонент  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^k$  с произвольными различными отличными от нуля числами  $\{\lambda_p\}_{p=0}^k$ , лежащими на действительной прямой.

До сих пор в основном изучались свойства диагональных многочленов (подробнее см. [10]). К настоящему времени имеется всего несколько работ, в которых рассматривается недиагональный случай ([3], [11], [12]). Так, в [12] К. Драйвер и Н. Темме исследовали асимптотику недиагональных квадратичных многочленов Эрмита–Паде в случае, когда  $\lambda_0 = -2$ ,  $\lambda_1 = -1$ ,  $\lambda_2 = 0$ ,  $n_0 = n$ ,  $n_1 = \alpha n$ ,  $n_2 = n$ .

В данной работе изучаются асимптотические свойства интегральных представлений недиагональных квадратичных многочленов Эрмита–Паде 1-го рода для системы экспонент  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^2$ , удовлетворяющих условию

$$\sum_{p=0}^2 A_{n_p}^p(z) e^{\lambda_p z} = O(z^{n_0+n_1+n_2-1}), \quad z \rightarrow 0. \quad (2)$$

В частности, получено усиление результатов К. Драйвер и Н. Темме.

Без ограничения общности будем считать, что  $0 = \lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$  – произвольные различные действительные числа, а  $n_0 = n$ ,  $n_1 = \alpha n$ ,  $n_2 = \beta n$ , где  $n$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  – натуральные числа.

**Предварительные результаты.** Многочлены  $A_{n_0}^0(z)$ ,  $A_{n_1}^1(z)$ ,  $A_{n_2}^2(z)$ , удовлетворяющие равенствам (2), могут быть получены решением линейной системы  $n_0 + n_1 + n_2 - 1$  однородных уравнений с  $n_0 + n_1 + n_2$  неизвестными коэффициентами. Поэтому нетривиальное решение всегда существует. Легко показать, что такие нетривиальные решения могут быть выписаны в явном виде. Действительно, пусть  $C_p$  – граница круга с центром в точке  $\lambda_p$  столь малого радиуса, что все остальные  $\lambda_j$  лежат во внешности этого круга. Используя теорему Коши о вычетах, легко показать, что функции

$$A_{n_p}^p(z) = \frac{e^{-\lambda_p z}}{2\pi i} \int_{C_p} \frac{e^{\xi z} d\xi}{[\varphi(\xi)]^n}, \quad 0 \leq p \leq 2, \quad (3)$$

где  $\varphi(\xi) = \xi(\xi - \lambda_1)^\alpha (\xi - \lambda_2)^\beta$  и удовлетворяют (2) и всем другим условиям. Равенство (3) не является новым (см. [1]).

Сформулируем без доказательства и в удобном для нас виде необходимое утверждение [13, с. 415].

**Лемма (метод перевала).** Пусть функции  $f(z)$  и  $S(z)$  регулярны в некоторой односвязной области  $G$ , содержащей кусочно гладкую кривую  $\gamma$  и

$$F_n = \int_{\gamma} f(\xi) e^{nS(\xi)} d\xi.$$

Предположим, что  $\max_{\xi \in \gamma} \operatorname{Re} S(\xi)$  достигается только в точке  $z_0$ , которая является внутренней точкой контура  $\gamma$  и простой точкой перевала, т.е.  $S'(z_0) = 0$ ,  $S''(z_0) \neq 0$ . Считаем также, что в окрестности  $z_0$  контур  $\gamma$  проходит через оба сектора (см. [13, с. 414]), в которых  $\operatorname{Re} S(\xi) < \operatorname{Re} S(z_0)$ . Тогда при  $n \rightarrow +\infty$  и  $f(z_0) \neq 0$

$$F_n = \sqrt{-\frac{2\pi}{nS''(z_0)}} e^{nS(z_0)} \left( f(z_0) + O\left(\frac{1}{n}\right) \right). \quad (4)$$

Выбор ветви корня в (4) определяется из условий

$$\arg \sqrt{-\frac{1}{S''(z_0)}} = \varphi_0,$$

где  $\varphi_0$  – угол между касательной к кривой  $l$  в  $z_0$  и положительным направлением действительной оси, а  $l$  – линия наибыстрейшего спуска, проходящая через точку  $z_0$ , т.е. для  $l$  в окрестности  $z_0$  выполняются условия:  $\operatorname{Im} S(z) = \operatorname{Im} S(z_0)$  при  $z \in l$ ,  $\operatorname{Re} S(z) < \operatorname{Re} S(z_0)$  при  $z \in l$ ,  $z \neq z_0$ .

**Основная часть.** Пусть  $x_j$ ,  $j = 1, 2$  – нули производной функции  $\varphi_0(\xi) = \xi(\xi - \lambda_1)(\xi - \lambda_2)$ . Ясно, что  $x_j$  – действительные числа и  $x_1 \in (0, \lambda_1)$ ,  $x_2 \in (\lambda_1, \lambda_2)$ . Считаем, что  $G$  – такая односвязная область, что  $\{x_j\}_{j=1}^2 \subset G \in \mathbb{C} \setminus \{\lambda_p\}_{p=0}^2$ . Тогда (см. [13]) по теореме о монодромии функция (везде далее  $i$  – мнимая единица)

$$S(\xi) = -\ln \varphi(\xi),$$

где

$$S(x_1) = -\ln |\varphi(x_1)|, \text{ если } \varphi(x_1) > 0,$$

$$S(x_1) = -\ln |\varphi(x_1)| - i\pi, \text{ если } \varphi(x_1) < 0,$$

однозначным образом аналитически продолжается в  $G$ . Значение функции  $S(\xi)$  вычисляется по формуле

$$S(\xi) = -\ln |\varphi(\xi)| - i[\operatorname{Im} S(x_1) + \Delta_{\gamma} \arg \varphi(\xi)],$$

где кривая  $\gamma$  лежит в  $G$  и соединяет точки  $x_1$  и  $\xi$ , а  $\Delta_{\gamma} \arg \varphi(\xi)$  – приращение аргумента  $\varphi(\xi)$  вдоль кривой  $\gamma$ .

Если  $\xi \in G$ , то справедливы равенства

$$S(\xi) = -\ln \varphi(\xi) = -\ln |\varphi(\xi)| - i \arg \varphi(\xi),$$

где  $\arg \varphi(\xi) \in (-\pi, \pi]$ . В области ее определения справедливы равенства

$$S'(\xi) = -\frac{\varphi'(\xi)}{\varphi(\xi)} = -\frac{1}{\xi} - \frac{\alpha}{\xi - \lambda_1} - \frac{\beta}{\xi - \lambda_2},$$

$$S''(\xi) = -\frac{\varphi''(\xi)\varphi(\xi) - [\varphi'(\xi)]^2}{[\varphi(\xi)]^2} = \frac{1}{\xi^2} + \frac{\alpha}{(\xi - \lambda_1)^2} + \frac{\beta}{(\xi - \lambda_2)^2},$$

из которых следует, что  $S'(x_j) = 0$ ,

$$S''(x_j) = -\varphi''(x_j)/\varphi(x_j) > 0, \quad j = 1, 2.$$

Выбирая положительное значение корня, полагаем

$$B_n(x_j) = \sqrt{\frac{1}{2\pi n S''(x_j)}} e^{nS(x_j)}, \quad j = 1, 2.$$

**Теорема.** Пусть  $n_0 = n$ ,  $n_1 = \alpha n$ ,  $n_2 = \beta n$ . Тогда для каждого фиксированного  $z \in \mathbb{C}$  при  $n \rightarrow \infty$

$$A_{n_0}^0(z) = B_n(x_1)e^{x_1 z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right), \tag{5}$$

$$A_{n_1}^1(z) = B_n(x_2)e^{(x_2 - \lambda_1)z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right) - B_n(x_1)e^{(x_1 - \lambda_1)z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right), \tag{6}$$

$$A_{n_2}^2(z) = -B_n(x_2)e^{(x_2 - \lambda_2)z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right). \tag{7}$$

**Доказательство.** Исходя из интегрального представления

$$A_{n_0}^0(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{C_0} \frac{e^{\xi z} d\xi}{[\varphi(\xi)]^n}, \tag{8}$$

докажем равенство (5) для каждого фиксированного  $z \in \mathbb{C}$ . Для этого в интеграле (8) деформируем контур интегрирования  $C_0$  в прямоугольник  $R$ , принадлежащий полуплоскости  $\{z: -\infty < Re z < \lambda_1\}$ , с вершинами в точках  $A(-a', -r)$ ,  $B(-a', r)$ ,  $C(a, r)$ ,  $D(a, -r)$ , где  $r$  – достаточно большое положительное число,  $a \in (0, \lambda_1)$ ,  $a' > 0$ . Так как

$$|\varphi(a + it)| = \sqrt{a^2 + t^2} \left( \sqrt{(a - \lambda_1)^2 + t^2} \right)^\alpha \left( \sqrt{(a - \lambda_2)^2 + t^2} \right)^\beta > |\varphi(a)|, \quad t \in [-r, r] \setminus \{0\},$$

то на вертикальном отрезке, соединяющем точки  $A$  и  $B$ , минимум функции  $|\varphi(\xi)|$  достигается в единственной точке  $-a'$ . Аналогично на вертикальном отрезке, соединяющем точки  $C$  и  $D$ , минимум функции  $|\varphi(\xi)|$  достигается в единственной точке  $a$ . На оставшихся двух горизонтальных отрезках при достаточно большом  $r$  значения  $|\varphi(\xi)|$  больше каждого из значений  $|\varphi(\xi)|$  в точках  $-a'$  и  $a$ . Действительно, если только  $r > 2 \max\{a', \lambda_2\}$ , то при  $t \in [-a', a]$

$$|\varphi(t + ir)| = \sqrt{t^2 + r^2} \left( \sqrt{(t - \lambda_1)^2 + r^2} \right)^\alpha \left( \sqrt{(t - \lambda_2)^2 + r^2} \right)^\beta > \max\{|\varphi(a)|, |\varphi(-a')|\}.$$

Определимся теперь с выбором  $a'$  и  $a$ . Положим  $a = x_1$ , а  $a'$  возьмем таким, чтобы  $|\varphi(-a')| > |\varphi(a)|$ . Такой выбор возможен, поскольку  $|\varphi(t)| \rightarrow +\infty$  при  $t \in \mathbb{R}$  и  $t \rightarrow -\infty$ .

Считаем положительным направление обхода произвольного отрезка  $[L, N]$  направление от  $L$  к  $N$  и полагаем

$$F_n^{[L, N]}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{[L, N]} \frac{e^{\xi z} d\xi}{[\varphi(\xi)]^n}.$$

Область  $G$  можно выбрать так, что  $[D, C] \subset G$ . Поэтому

$$F_n^{[D, C]}(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{[D, C]} e^{\xi z} e^{nS(\xi)} d\xi.$$

В силу выбора точки  $a$  максимум функции  $Re S(\xi)$  на отрезке  $[D, C]$  достигается в единственной точке  $x_1$ , которая является простой точкой перевала. Поэтому для нахождения асимптотики интеграла  $F_n^{[D, C]}(z)$  можно применить метод перевала (лемма). Тогда

$$F_n^{[D, C]}(z) = \frac{1}{2\pi i} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS''(x_1)}} e^{nS(x_1)} e^{x_1 z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right). \tag{9}$$

Выбираем ветвь корня в (9) с учетом того, что в рассматриваемом случае угол  $\varphi_0 = \pi/2$ . Тогда окончательно получим, что при  $n \rightarrow \infty$

$$F_n^{[D,C]}(z) = B_n(x_1)e^{x_1z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right). \quad (10)$$

Применяя к интегралу  $F_n^{[B,A]}(z)$  аналогичные рассуждения и учитывая выбор точки  $-a'$ , нетрудно показать, что имеет место оценка

$$\left| F_n^{[B,A]}(z) \right| \leq \theta \left| e^{n(S(x_1)-\delta)} \right|,$$

где  $\theta$  и  $\delta$  – положительные постоянные. Это значит, что при  $n \rightarrow \infty$  интеграл  $F_n^{[B,A]}(z)$  экспоненциально мал по сравнению с модулем  $e^{nS(x_1)}$ . Данное утверждение справедливо и по отношению к интегралам  $F_n^{[C,B]}(z)$ ,  $F_n^{[A,D]}(z)$ . Значит, основной вклад в асимптотику  $A_n^0(z)$  вносит интеграл по отрезку  $[D, C]$ . Поэтому из (10) следует справедливость равенства (5) для любого фиксированного  $z \in \mathbb{C}$ .

Равенство (7) доказывается аналогично, с той лишь разницей, что при применении метода перевала к соответствующему интегралу ветвь корня выбирается с учетом того, что угол  $\varphi_0 = -\pi/2$ .

Перейдем к доказательству равенства (6). Зафиксируем произвольное  $z \in \mathbb{C}$  и представим многочлен  $A_{n_1}^1(z)$  в виде

$$A_{n_1}^1(z) = \frac{e^{-\lambda_1 z}}{2\pi i} \int_{C_1} e^{\xi z} e^{nS(\xi)} d\xi. \quad (11)$$

В интеграле (11) деформируем контур интегрирования  $C_1$  в прямоугольник  $R'$ , принадлежащий области  $\{z: 0 < \operatorname{Re} z < \lambda_2\}$  с вершинами в точках  $A^*(a', -r)$ ,  $B^*(a', r)$ ,  $C^*(a, r)$ ,  $D^*(a, -r)$ , где  $r$  – достаточно большое положительное число,  $a' \in (0, \lambda_1)$ ,  $a \in (\lambda_1, \lambda_2)$ . Тогда на вертикальном отрезке, соединяющем  $B^*$  и  $A^*$ , минимум функции  $|\varphi(\xi)|$  достигается в единственной точке  $a'$ , а на отрезке  $[D^*, C^*]$  он достигается в единственной точке  $a$ . При достаточно большом  $r$  ( $r > 2\lambda_2$ ) значения  $|\varphi(\xi)|$  на оставшихся двух горизонтальных отрезках  $[C^*, B^*]$  и  $[A^*, D^*]$  больше каждого из значений  $|\varphi(\xi)|$  в точках  $a'$  и  $a$ . Если положить  $a' = x_1$ , а  $a = x_2$ , то отсюда следует, что основной вклад в асимптотику  $A_{n_1}^1$  будут вносить интегралы по отрезкам  $[B^*, A^*]$  и  $[D^*, C^*]$ . Применив к ним предыдущие рассуждения, получим, что при  $n \rightarrow \infty$

$$F_n^{[D^*, C^*]}(z) = \frac{e^{-\lambda_1 z}}{2\pi i} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS''(x_2)}} e^{nS(x_2)} e^{x_2 z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right), \quad (12)$$

$$F_n^{[B^*, A^*]}(z) = \frac{e^{-\lambda_1 z}}{2\pi i} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS''(x_1)}} e^{nS(x_1)} e^{x_1 z} \left( 1 + O\left(\frac{1}{n}\right) \right). \quad (13)$$

Заметим, что при выборе ветви корня в (12)  $\varphi_0 = \pi/2$ , а при выборе ветви корня в (13)  $\varphi_0 = -\pi/2$ . С учетом этого, из (12) и (13) следует равенство (6). Таким образом, для каждого фиксированного  $z$  асимптотические равенства (5)–(7) доказаны.

**Примеры.** Рассмотрим систему экспонент  $\{e^{\lambda_p z}\}_{p=0}^2$ . Введем обозначения

$$p = \sqrt{((1+\alpha)\lambda_2 - (1+\beta)\lambda_1)^2 + 4\alpha\beta\lambda_1\lambda_2},$$

$$q = (1+\beta)\lambda_1 + (1+\alpha)\lambda_2, \quad h = 1 + \alpha + \beta.$$

Проводя несложные вычисления, приходим к равенствам

$$x_1 = \frac{q-p}{2h}, x_2 = \frac{q+p}{2h},$$

$$\varphi(x_1) = \frac{1}{(2h)^h} (q-p)(q-p-2h\lambda_1)^\alpha (q-p-2h\lambda_2)^\beta,$$

$$\varphi(x_2) = \frac{1}{(2h)^h} (q+p)(q+p-2h\lambda_1)^\alpha (q+p-2h\lambda_2)^\beta,$$

$$S''(x_1) = 4h^2 \left[ \frac{1}{(q-p)^2} + \frac{\alpha}{(q-p-2h\lambda_1)^2} + \frac{\beta}{(q-p-2h\lambda_2)^2} \right],$$

$$S''(x_2) = 4h^2 \left[ \frac{1}{(q+p)^2} + \frac{\alpha}{(q+p-2h\lambda_1)^2} + \frac{\beta}{(q+p-2h\lambda_2)^2} \right].$$

Пусть  $\alpha = 1+l$ ,  $l = 0,1,2,\dots$ ;  $\beta = 1$ . Предположим, что  $\lambda_0 = 0$ ,  $\lambda_1 = 1$ ,  $\lambda_2 = 2$ , тогда из теоремы следует:

$$A_{n_0}^0(z) : \frac{1}{(l+3)\sqrt{2\pi n}} \left( \frac{(-1)^l (2(3+l))^{2+l}}{4p^{1+l}} \right)^n e^{(1-p/(6+2l))z},$$

$$A_{n_1}^1(z) : \frac{1}{(l+3)\sqrt{2\pi n}} \left( \frac{(2(3+l))^{2+l}}{4p^{1+l}} \right)^n \left( (-1)^n e^{p/(6+2l)} - (-1)^{ln} e^{-p/(6+2l)} \right),$$

$$A_{n_2}^2(z) : \frac{(-1)^{n+1}}{(l+3)\sqrt{2\pi n}} \left( \frac{(2(3+l))^{2+l}}{4p^{1+l}} \right)^n e^{-(1-p/(6+2l))z}.$$

Аналогично пусть  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 1+l$ ,  $l = 0,1,2,\dots$ , тогда

$$A_{n_0}^0(z) : \sqrt{\frac{(5l+6)p+3l^2}{4\pi p(3+l)^3}} \left( \frac{(-1)^{1+l} (2(3+l))^{3+l}}{2(6+3l+p)^{1+l} (6+l-3p)} \right)^n e^{(6+l-p)z/(6+2l)},$$

$$A_{n_1}^1(z) : \sqrt{\frac{(5l+6)p-3l^2}{4\pi p(3+l)^3}} \left( \frac{(-1)^{1+l} (2(3+l))^{3+l}}{2(6+3l-p)^{1+l} (6-l+3p)} \right)^n e^{-(l-p)z/(6+2l)} -$$

$$- \sqrt{\frac{(5l+6)p+3l^2}{4\pi p(3+l)^3}} \left( \frac{(-1)^{1+l} (2(3+l))^{3+l}}{2(6+3l+p)^{1+l} (6+l-3p)} \right)^n e^{-(l+p)z/(6+2l)},$$

$$A_{n_2}^2(z) : - \sqrt{\frac{(5l+6)p-3l^2}{4\pi p(3+l)^3}} \left( \frac{(-1)^{1+l} (2(3+l))^{3+l}}{2(6+3l-p)^{1+l} (6-l+3p)} \right)^n e^{-(6+3l-p)z/(6+2l)}.$$

При  $l=0$  из теоремы получим асимптотические равенства, которые согласуются с соответствующими утверждениями из работ [8] и [9], [10]:

$$A_n^0(z) : \frac{1}{3\sqrt{2\pi n}} \left( \frac{3\sqrt{3}}{2} \right)^n e^{(1-1/\sqrt{3})z},$$

$$A_n^1(z) : (-1)^n \frac{1}{3\sqrt{2\pi n}} \left( \frac{3\sqrt{3}}{2} \right)^n \left( e^{z/\sqrt{3}} + (-1)^{n-1} e^{-z/\sqrt{3}} \right),$$

$$A_n^2(z) : (-1)^{n-1} \frac{1}{3\sqrt{2\pi n}} \left( \frac{3\sqrt{3}}{2} \right)^n e^{(-1+1/\sqrt{3})z}.$$

Введем обозначения

$$\rho = \sqrt{\frac{\alpha}{\alpha+2}},$$

$$D_{n,\alpha} = \rho^{1-\alpha} (2n + \alpha n)(2n + \alpha n - 2) \dots (\alpha n + 2).$$

Полагая, что в теореме  $\beta = 1$ , получаем утверждение, равносильное (с учетом нормировки многочленов) теореме 3.2 из работы [12].

**Следствие.** Пусть  $\lambda_0 = 0$ ,  $\lambda_1 = 1$ ,  $\lambda_2 = 2$ ,  $n_0 = n + 1$ ,  $n_1 = \alpha(n + 1)$ ,  $n_2 = n + 1$ . Тогда для каждого фиксированного числа  $z \in X$  при  $n \rightarrow \infty$

$$A_{n_0}^0(z) = \frac{(-1)^{n_1+n_2}}{2^{n+1} n!} D_{n,\alpha} e^{(1-\rho)z} (1 + O(1/n)),$$

$$A_{n_1}^1(z) = \frac{(-1)^{n_2}}{2^{n+1} n!} D_{n,\alpha} \left[ e^{\rho z} + (-1)^{n_1+1} e^{-\rho z} \right] (1 + O(1/n)),$$

$$A_{n_2}^2(z) = \frac{(-1)^{n_2+1}}{2^{n+1} n!} D_{n,\alpha} e^{-(1-\rho)z} (1 + O(1/n)).$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Stahl, H. Asymptotics for quadratic Hermite–Padé polynomials associated with the exponential function / H. Stahl // Electron. Trans. Numer. Anal. – 2002. – Vol. 14. – P. 195–222.
2. Hermite, C. Sur la généralisation des fractions continues algébriques / C. Hermite // Ann. Math. Pura. Appl. Ser. 2A. – 1883. – Vol. 21. – P. 289–308.
3. Mahler, K. Zur Approximation der Exponentialfunktion und des Logarithmus, I, II / K. Mahler // J. Reine Angew. Math. – 1932. – Vol. 166. – P. 118–150.
4. Starovoitow, A.P. Padé approximants of special functions / A.P. Starovoitow, N.A. Starovoitowa, N.V. Ryabchenko // Journal of Mathematical Sciences. – 2012. – Vol. 187, № 1. – P. 77–85.
5. Суетин, С.П. Распределение нулей полиномов Паде и аналитическое продолжение / С.П. Суетин // Успехи матем. наук. – 2015. – Т. 70, № 5(425). – С. 121–174.
6. Aptekarev, A.I. Higher-order three-term recurrences and asymptotics of multiple orthogonal polynomials / A.I. Aptekarev, V.A. Kalyagin, E.B. Saff // Constr. Approx. – 2009. – Vol. 30, № 2. – P. 175–223.
7. Аптекарев, А.И. Случайные матрицы с внешним источником и асимптотика совместно ортогональных многочленов / А.И. Аптекарев, В.Г. Лысов, Д.Н. Туляков // Матем. сб. – 2011. – Т. 202, № 2. – С. 3–56.
8. Borwein, P.B. Quadratic Hermite–Padé approximation to the exponential function / P.B. Borwein // Const. Approx. – 1986. – Vol. 62. – P. 291–302.
9. Wielonsky, F. Asymptotics of Diagonal Hermite–Padé Approximants to  $e^z$  / F. Wielonsky // J. Approx. Theory. – 1997. – Vol. 90, № 2. – P. 283–298.
10. Астафьева, А.В. Аппроксимации Эрмита–Паде экспоненциальных функций / А.В. Астафьева, А.П. Старовойтов // Матем. сб. – 2016. – Т. 207, № 6. – С. 3–26.
11. Старовойтов, А.П. О некоторых свойствах аппроксимаций Эрмита–Паде для набора экспоненциальных функций / А.П. Старовойтов, Е.П. Кечко // Тр. Матем. ин-та имени В.А. Стеклова. – 2017. – Т. 298. – С. 338–355.
12. Driver, K. On polynomials related with Hermite–Padé approximants to the exponential function / K. Driver, N.M. Temme // J. Approx. Theory. – 1998. – № 95. – P. 101–122.
13. Сидоров, Ю.В. Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин. – М.: Наука, 1989.

REFERENCES

1. Stahl H. Asymptotics for quadratic Hermite–Padé polynomials associated with the exponential function / H. Stahl // Electron. Trans. Numer. Anal. – 2002. – Vol. 14. – P. 195–222.
2. Hermite C. Sur la généralisation des fractions continues algébriques / C. Hermite // Ann. Math. Pura. Appl. Ser. 2A. – 1883. – Vol. 21. – P. 289–308.
3. Mahler K. Zur Approximation der Exponentialfunktion und des Logarithmus, I, II / K. Mahler // J. Reine Angew. Math. – 1932. – Vol. 166. – P. 118–150.
4. Starovoitow, A.P. Padé approximants of special functions / A.P. Starovoitow, N.A. Starovoitowa, N.V. Ryabchenko // Journal of Mathematical Sciences. – 2012. – Vol. 187, № 1. – P. 77–85.
5. Suetin S.P. *Uspekhi matem nauk* [Advances of Mathematical Sciences], 2015, 70(5), pp. 121–174.
6. Aptekarev A.I. Higher-order three-term recurrences and asymptotics of multiple orthogonal polynomials / A.I. Aptekarev, V.A. Kalyagin, E.B. Saff // Constr. Approx. – 2009. – Vol. 30, № 2. – P. 175–223.
7. Aptekarev A.I., Lysov V.G., Tulyakov D.N. *Matem sb.* [Mathematical Collection], 2011, 202(2), pp. 3–56.
8. Borwein P.B. Quadratic Hermite–Padé approximation to the exponential function / P.B. Borwein // Const. Approx. – 1986. – Vol. 62. – P. 291–302.
9. Wielonsky F. Asymptotics of Diagonal Hermite–Padé Approximants to  $e^z$  / F. Wielonsky // J. Approx. Theory. – 1997. – Vol. 90, № 2. – P. 283–298.
10. Astafieva A.V., Starovoitov, A.P. *Matem sb.* [Mathematical Collection], 2016, 207(6), pp. 3–26.
11. Starovoitov A.P., Kechko, E.P. *Kompleksni analiz i yego prilozheniya. Sbornik statei. Trudi matematicheskogo instituta im. V.A. Steklova* [Complex Analysis and its Appendices. Collection of Articles. Proceedings of Steklov Institute of Mathematics], 2017, 298, pp. 338–355.
12. Driver K. On polynomials related with Hermite–Padé approximants to the exponential function / K. Driver, N.M. Temme // J. Approx. Theory. – 1998. – № 95. – P. 101–122.
13. Sidorov Yu.V., Fedoryuk M.V., Shabunin M.I. *Leksii po teorii funktsii kompleksnogo peremennago* [Lectures on the Theory of Functions of the Complex Variable], Moscow, Nauka, 1989.

Поступила в редакцию 15.03.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: ekechko@gmail.com – Кечко Е.П.



# БІАЛОГІЯ

УДК 57:519.87-001.891

## Линейные и нелинейные математические модели в биологических исследованиях

М.Н. Борисевич\*, П.А. Красочко\*, И.М. Прищепа\*\*

\*Учреждение образования «Витебская ордена “Знак Почета”  
государственная академия ветеринарной медицины»

\*\*Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»

Важной задачей в биологии и животноводстве является нахождение связи между двумя случайными величинами. Для практических приложений представляет интерес модель зависимости между ними, открывающая широкие перспективы по предсказанию и прогнозированию одной величины по конкретным значениям другой.

Цель работы – нахождение связи между двумя случайными величинами и построение математических моделей зависимости между ними с перспективой предсказания и прогнозирования одной величины по конкретным значениям другой.

**Материал и методы.** Материалом исследования послужили данные ветеринарной статистической отчетности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, задающие в динамике общее поголовье телят, полученные в период с 1989 г. по 1998 г., поголовье телят (из их общего числа), заболевших колибактериозом, и поголовье телят, павших от данного заболевания. Метод исследования – регрессионный математический анализ.

**Результаты и их обсуждение.** Приведены гиперболическая, показательная и степенная математические модели и формулы для вычисления их коэффициентов.

Для сравнения фактических значений и их модельного представления использован коэффициент детерминации  $D$ . С его помощью можно сравнивать фактические значения  $y$  и их модельное представление, получаемое из уравнения регрессии. Так, например, если  $D = D_{\max}$ , то имеет место наилучшая корреляция с моделью, в такой ситуации различия между фактическими и оценочными значениями  $y$  сведены к минимуму. Если же  $D = 0$ , то говорят, что уравнение регрессии неудачно выбрано для предсказания значений  $y$ . Следовательно, чем больше  $D$ , тем лучше уравнение регрессии описывает экспериментальные (или статистические) данные.

**Заключение.** Предложенные в статье модели хорошо описывают реальные статистические данные и могут быть рекомендованы для практического использования в биологии и животноводстве.

**Ключевые слова:** математическая модель, уравнение регрессии, функция, показательная функция, гиперболическая функция, степенная функция.

## Linear and Non-linear Mathematical Models in Biological Research

M.N. Borisevich\*, P.A. Krasochko\*, I.M. Prishchepa\*\*

\*Educational Establishment «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine»

\*\*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

An important task in biology and livestock production is the problem of finding links between two random values. The dependence model between them which offers broad prospects for prediction of one parameter according to concrete values of the other is of interest to practical applications.

The purpose of the work is finding links between two random values as well as building mathematical models of dependence between them having in view prediction of one parameter according to concrete values of the other.

**Material and methods.** Data of veterinary statistic reports by Ministry of Agriculture of the Republic of Belarus, which present the dynamics of the total calves number in 1989 to 1998, the number of Colibacteriosis calves and the number of calves which died of it, are the research material. The research method is mathematical regression analysis.

**Findings and their discussion.** Hyperbolic, exponential and degree mathematical models and formulas for calculation of their coefficients are given.

For comparison of the actual values and their model representation the coefficient of determination of  $D$  is used. It is possible to compare with its help the actual values  $y$  and their model representation gained from the regression equation. So, for example, if  $D = D_{max}$ , then the best correlation with model takes place, in such situation of difference between the actual and estimating values  $y$  are minimized. If  $D = 0$ , then we can say that the equation of regression is unsuccessfully chosen for prediction of values  $y$ . Therefore, the bigger  $D$ , the better the equation of regression describes the experimental (or statistical) data.

**Conclusion.** The models offered in the article describe actual statistical data and can be recommended for practical use in biology and livestock production.

**Key words:** mathematical model, regression equation, function, exponential function, hyperbolic function, power function.

Важной задачей в биологии является нахождение связи между двумя случайными величинами [1]. Для практических приложений представляет интерес модель зависимости между ними, открывающая широкие перспективы по предсказанию и прогнозированию одной величины по конкретным значениям другой [2; 3].

Для решения таких задач можно рекомендовать методы регрессионного анализа [4; 5]. Они позволяют не только оценить связь между величинами, но и установить также их функциональную зависимость. Последняя, как известно, представляется с помощью математической модели. В обычном представлении математическая модель – это уравнение, связывающее зависимую переменную с переменной независимой. При этом учитываются различные факторы и предположения. Описывающая уравнение функция называется функцией регрессии. Она может зависеть от целого ряда неизвестных параметров (по-другому их называют коэффициентами). Если функция регрессии линейна относительно параметров (но необязательно линейна относительно независимой переменной), то говорят о линейной модели регрессии. В других случаях модель называется нелинейной.

Цель работы – нахождение связи между двумя случайными величинами и построение математических моделей зависимости между ними с перспективой предсказания и прогнозирования одной величины по конкретным значениям другой.

**Материал и методы.** Материалом исследования послужили данные ветеринарной статистической отчетности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, задающие в динамике общее поголовье телят, полученные в период с 1989 г. по 1998 г., поголовье телят (из их общего числа), заболевших колибактериозом, и поголовье телят, павших от данного заболевания. При этом применялся регрессионный математический анализ.

**Результаты и их обсуждение.** Предположим, что вид функциональной зависимости между переменными  $X$  и  $Y$  известен с точностью до параметров  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$  [6]:

$$y = f(x; \theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \quad (1)$$

Функция  $f$  при этом называется регрессией величины  $Y$  на  $X$ , а соотношение (1), которое связывает  $x$  и  $y$ , а также параметры  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$ , называется уравнением регрессии величины  $Y$  на  $X$ . Основная задача регрессии заключается в следующем. При известной зависимости  $y = f(x; \theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$  требуется по результатам выборки парных наблюдений  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  найти оценки неизвестных параметров  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$  так, чтобы наилучшим образом выполнялось соотношение (1) между случайными величинами  $X$  и  $Y$ .

В регрессионном анализе имеют место две статистические задачи [7]: одна отвечает за установление формы зависимости между величинами  $X$  и  $Y$  (форма определяется приблизительно по опытными данным); другая связана с нахождением функции регрессии.

Первая задача является экспериментальной. По результатам ее решения находят пары значений  $X$  и  $Y$ , определяющие форму зависимости между  $X$  и  $Y$ .

Вторая задача связана с нахождением коэффициентов  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$  и относится к классу математических задач. Коэффициенты определяются так, чтобы кривая регрессии проходила через множество точек с учетом их кратности наилучшим образом, т.е. чтобы сумма абсолютных величин погрешностей оказалась минимальной. Эта задача решается методом наименьших квадратов: параметры  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$  подбираются таким образом, чтобы обеспечить наименьшее значение сумме квадратов отклонений теоретических значений уравнения регрессии от ее экспериментальных значений, выбранных из корреляционной таблицы. Иначе говоря, обеспечивается выполнение следующего условия:

$$\sum_{i=1}^n [f(x_i, \theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) - y_i]^2 = \min . \quad (2)$$

Применить описанный подход для нахождения коэффициентов в самом общем виде для любого уравнения регрессии чрезвычайно трудно [8]. Поэтому на практике приходится руководствоваться простейшими регрессионными моделями [9]. Как базовый, например, рассматривается случай линейной модели. Она является основой для последующих (более сложных) регрессионных представлений. При этом математические операции, имеющие место для данной модели, в целом значимы и для других видов регрессий.

Руководствуясь сказанным, применим метод наименьших квадратов к регрессионному уравнению  $y = \theta_0 + \theta_1 * x$  (линейная модель) и опишем процедуру нахождения неизвестных коэффициентов  $\theta_0$  и  $\theta_1$  именно для этой модели [10]. Запишем функционал, вытекающий из сути метода наименьших квадратов:

$$F(\theta_0, \theta_1) = \sum_{i=1}^n (\theta_0 + \theta_1 * x_i - y_i)^2 = \min . \quad (3)$$

Для определения минимального значения приведенного функционала  $F(\theta_0, \theta_1)$  необходимо приравнять нулю его частные производные по переменным  $\theta_0$  и  $\theta_1$ . В результате получим:

$$\frac{\partial F}{\partial \theta_0} = 2 * \sum_{i=1}^n (\theta_0 + \theta_1 * x_i - y_i) * 1 = 0 , \quad (4)$$

$$\frac{\partial F}{\partial \theta_1} = 2 * \sum_{i=1}^n (\theta_0 + \theta_1 * x_i - y_i) * x_i = 0 .$$

Отсюда находим систему линейных уравнений для вычисления неизвестных коэффициентов  $\theta_0$  и  $\theta_1$ :

$$\begin{aligned} n * \theta_0 + \theta_1 * \sum_{i=1}^n x_i &= \sum_{i=1}^n y_i , \\ \theta_0 * \sum_{i=1}^n x_i + \theta_1 * \sum_{i=1}^n x_i^2 &= \sum_{i=1}^n x_i * y_i . \end{aligned} \quad (5)$$

Решая систему известными алгебраическими методами, найдем значения коэффициентов (в формулах ниже принято обозначение  $\sum_{i=1}^n (...) = \sum (...) )$ :

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \frac{\sum y_i - \theta_1 * \sum x_i}{n} , \\ \theta_1 &= \frac{n * \sum (x_i * y_i) - \sum x_i * \sum y_i}{n * \sum x^2 - \{ \sum (x_i)^2 \}} . \end{aligned} \quad (6)$$

По той же схеме можно получить значения коэффициентов и для ряда других кривых регрессии [11], определяющих группу простых (несложных) регрессионных моделей (некоторые из них с целью удобства представлены в табл. 1).

Кроме моделей, приведенных в табл. 1 и в настоящее время хорошо изученных, существуют и другие их виды (например, полиномиальная регрессия с различным значением степени  $m$ : квадратичная ( $m = 2$ ), кубическая ( $m = 3$ ), четверичная ( $m = 4$ ), пятеричная ( $m = 5$ ) и т.д.; логарифмическая, экспоненциальная и ряд других). Получить для них такие же соотношения, как и для линейной модели, не так просто, хотя в принципе возможно (см., например, [12]).

Определив неизвестные коэффициенты  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$  и подставив затем их значения в (1), получим искомого уравнение регрессии. Алгоритм является общим для регрессионных моделей [13] и отличается для каждой из них лишь степенью сложности математических выражений. В итоге для фактических точек, вынесенных на графике, получаются различные уравнения регрессии. Из этого множества затем можно выбрать наилучшее регрессионное представление, описывающее положение точек с наименьшей ошибкой (погрешностью). В действительности получить это представление бывает крайне затруднительно (ведь даже при простом нанесении точек на график нередко невозможно по их распределению сделать правильный выбор), тем не менее в большинстве случаев это все же удается.

В качестве критерия выборки используют количественную оценку ошибки регрессии:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^+ - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (7)$$

где  $y_i$  – выборочное значение, а  $y_i^+$  – значение, вычисленное по  $x_i$  с помощью заданного уравнения регрессии. Величина  $\bar{y}$  определяется из соотношения:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (8)$$

и является общим средним для переменной  $y_i$ .

Таблица 1

**Формулы для вычисления коэффициентов**

№ п/п	Вид регрессии	Формулы
1.	Гиперболическая $y = \frac{\theta_0}{x} + \theta_1$	$\theta_0 = \frac{\sum y_i - \theta_1 * n}{\sum (\frac{1}{x_i})}$ $\theta_1 = \frac{\sum y_i \sum (1/x_i) - \sum (y_i / x_i) * n}{\sum (1/x_i)^2 - (\sum (1/x_i))^2 / n}$
2.	Показательная $y = \theta_0 * \theta_1^x$	$\theta_0 = 10^{\frac{\sum \lg y_i - \lg \theta_1 * \sum x_i}{n}}$ $\theta_1 = 10^{\frac{n \sum (x_i * \lg y_i) - \sum x_i * \sum \lg y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$
3.	Степенная $y = \theta_0 * x^{\theta_1}$	$\theta_0 = 10^{\frac{\sum \lg y_i * \sum (\lg x_i)^2 - \sum (\lg x_i * \lg y_i) * \sum \lg x_i}{n * \sum (\lg x_i)^2 - (\sum \lg x_i)^2}}$ $\theta_1 = \frac{n * \sum (\lg x_i * \lg y_i) - \sum \lg x_i * \sum \lg y_i}{n * \sum (\lg x_i)^2 - (\sum \lg x_i)^2}$

Коэффициент  $D$  называется коэффициентом детерминации. С его помощью можно сравнивать фактические значения  $y$  и их модельное представление, получаемое из уравнения регрессии. Так, например, если  $D = D_{\max}$ , то имеет место наилучшая корреляция с моделью, в такой ситуации различия между фактическими и оценочными значениями  $y$  сведены к минимуму. Если же коэффициент детерминации равен 0, то говорят, что уравнение регрессии неудачно выбрано для предсказания значений  $y$ . Следовательно, чем больше  $D$ , тем лучше уравнение регрессии описывает экспериментальные (или статистические) данные.

Иногда с целью детализации сравнения руководствуются дополнительной переменной  $\eta = D / D_{\max}$ . Для наилучшей модели –  $\eta = 1$ , а для других моделей этой же серии –  $\eta < 1$ . Смысл коэффициента  $\eta$  сводится к следующему:  $\eta$  отражает степень модельного приближения к фактическим данным по отношению к наилучшему модельному представлению (для последнего  $\eta$  всегда будет равен 1).

Изложенная методология построения регрессионных моделей реализована в компьютерной программе, специально спроектированной и разработанной для решения подобных задач. Программа создана на кафедре компьютерного образования учреждения образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины». Базовыми регрессионными моделями программы являются:

модель полиномиальной функции  $m$  – степени (при  $m = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ ):

$$y = \theta_0 + \theta_1 * x + \theta_2 * x^2 + \theta_3 * x^3 + \dots + \theta_n * x^m \quad (9)$$

модель логарифмической функции (по основанию логарифма 10):

$$y = \theta_0 + \theta_1 * \log(x) \quad (10)$$

модель логарифмической функции (по основанию логарифма  $e$ )

$$y = \theta_0 + \theta_1 * \ln(x) \quad (11)$$

модель экспоненциальной функции

$$y = \theta_0 * \exp(\theta_1 * x) \quad (12)$$

модель гиперболической функции

$$y = \frac{\theta_0}{x} + \theta_1 \quad (13)$$

Компьютерная программа адаптирована для решения широкого круга задач биологии, непосредственно связанных с построением регрессионных моделей, которые в дальнейшем используются для осуществления количественных оценок, предсказаний и прогнозов. Информационную основу задач составляют экспериментальные данные и материалы государственной ветеринарной отчетности (на примере Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода Республики Беларусь и Республиканской ветеринарной лаборатории).

**Заключение.** Некоторые из задач рассматриваются в настоящей статье (исходными для них являются данные статистической ветеринарной отчетности): задача математического моделирования общего поголовья телят, полученных в Республике Беларусь в период с 1989 г. по 1998 г. (переменная  $Y_1$  в табл. 2); задача построения регрессионных моделей поголовья телят (из их общего числа в РБ), заболевших колибактериозом (переменная  $Y_2$  в табл. 2).

Таблица 2

Значения случайных величин  $X$  и  $Y^*$

Случайная величина $X$ (годы)	Случайная величина $Y$ (поголовье телят, тыс. голов)	
	$Y_1$	$Y_2$
1989 г. (1)	2000	316
1990 г. (2)	1700	347
1991 г. (3)	1570	422
1992 г. (4)	1400	392
1993 г. (5)	1400	356
1994 г. (6)	1270	314
1995 г. (7)	1200	254
1996 г. (8)	1220	256
1997 г. (9)	1250	281
1998 г. (10)	1180	162

\*По материалам ветеринарной статистической отчетности.

Решение задач представлено в следующих публикациях авторов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акмуллин, А.И. Прогнозирование потребности ветеринарных специалистов / А.И. Акмуллин, И.Н. Никитин // Ветеринария. – 2004. – № 5. – С. 9–11.
2. Гурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гурман. – М.: Высшая школа, 2002. – 359 с.
3. Закс, Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. – М.: Статистика, 1976. – 600 с.
4. Ивченко, Г.И. Математическая статистика / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. – М.: Высшая школа, 1984. – 248 с.
5. Козлов, М.В. Введение в математическую статистику / М.В. Козлов, А.В. Прохоров. – М.: Издательство Московского университета, 1987. – 264 с.
6. Кочетков, П.А. Краткий курс теории вероятностей и математической статистики / П.А. Кочетков. – М.: МГИУ, 1999. – 51 с.
7. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – М.: Мир, 1975. – 650 с.
8. Ломако, Ю.В. Эпизоотический мониторинг колибактериоза новорожденных телят в Республике Беларусь / Ю.В. Ломако, Н.Н. Андросик // Ветеринарная медицина Беларуси. – 2002. – № 2. – С. 15–17.
9. Малыхин, В.И. Математика в экономике: учеб. пособие / В.И. Малыхин. – М.: Инфа-М, 2002. – 361 с.
10. Общий курс высшей математики для экономистов / под ред. В.И. Ермакова. – М.: Инфа-М, 2001. – 362 с.
11. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: МедиаСфера, 2002. – 312 с.
12. Фукунага, К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К. Фукунага. – М.: Наука, 1979. – 368 с.

## REFERENCES

1. Akmullin A.I., Nikitin I.N. *Veterinariya* [Veterinary Medicine], 2004, 5, pp. 9–11.
2. Gurman V.E. *Teoriya veroyatnostei i matematicheskaya statistika* [Theory of Probability and Mathematical Statistics], M., Vysshaya shkola, 2002, 359 p.
3. Zaks L. *Statisticheskoye otsenivaniye* [Statistical Estimation], M., Statistika, 1976, 600 p.
4. Ivchenko G.I., Medvedev Yu.I. *Matematicheskaya statistika* [Mathematical Statistics], M., Vysshaya shkola, 1984, 248 p.
5. Kozlov MV, Prokhorov A.V. *Vvedeniye v matematicheskuyu statistiku* [Introduction to Mathematical Statistics], Izdatelstvo Moskovskogo universiteta, 1987, 264 p.
6. Kochetkov P.A. *Kratki kurs teorii veroyatnostei i matematicheskoi statistiki* [A Short Course of Probability Theory and Mathematical Statistics], M., MGIU, 1999, 51 p.
7. Kramer G. *Matematicheskoye metody statistiki* [Mathematical Methods of Statistics], M., Mir, 1975, 650 p.
8. Lomako Yu.V., Androsik N.N. *Veterinarnaya meditsina Belarusi* [Veterinary Medicine of Belarus], 2002, 2, pp. 15–17.
9. Malykhin V.I. *Matematika v ekonomike: uchebnoye posobiye* [Mathematics in Economics. Textbook], M., Infa-M, 2002, 361 p.
10. Yermakov V.I. *Obshchii kurs vysshei matematiki dlia ekonomistov* [General Course of Higher Mathematics for Economists], M., Infa-M, 2001, 362 p.
11. Rebrova O.Yu. *Statisticheski analiz meditsinskikh dannyykh. Primeneniye paketa prikladnykh programm STATISTICA* [Statistical Analysis of Medical Data. Application of the STATISTICA Software Package], M., MediaSfera, 2002, 312 p.
12. Fukunaga K. *Vvedeniye v statisticheskuyu teoriyu raspoznavaniya obrazov* [Introduction to the Statistical Theory of Pattern Recognition], M., Nauka, 1979, 368 p.

Поступила в редакцию 04.04.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: bomini@mail.ru – Борисевич М.Н.

## Прогнозирование радиоактивного загрязнения травостоя пойменных экосистем с применением ГИС-технологий

Т.А. Тимофеева

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

*Пойменные луга Полесья являются объектом повышенного внимания радиоэкологов, так как при сравнительно небольшой плотности загрязнения они могут быть источником получения «грязных» кормов и животноводческой продукции, не отвечающей существующим нормативам.*

*Цель работы – пространственно-временная оценка миграции  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в экосистемах пойм, загрязненных радионуклидами, для последующего определения путей оптимизации использования пойм как кормовой базы для животноводства.*

**Материал и методы.** *Исследования проводились в окрестностях деревень Новоселки и Радуга Ветковского района Гомельской области. Методологическая основа – теория биогеохимической структуры природной экосистемы и геохимических барьеров.*

**Результаты и их обсуждение.** *Предлагаются способы расчета и прогнозирования удельного загрязнения травостоя пойменных угодий  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для частичного или выборочного использования поймы с учетом плотности загрязнения почвы и действия геохимических барьеров (участков, в силу каких-либо геохимических особенностей аккумулирующих повышенные концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ). В качестве инструмента для решения радиоэкологических задач и задач, связанных с сельскохозяйственным производством на загрязненных радионуклидами пойменных угодьях, предлагается использовать пространственно-распределенные базы данных и ГИС-технологии.*

**Заключение.** *На основе зависимости между плотностью загрязнения почвы и удельной активностью травостоя определены предельные плотности загрязнения почвенного покрова, при которых возможно получение кормов для животноводства, соответствующих РДУ-99 для каждого структурного элемента пойменной экосистемы.*

**Ключевые слова:** *пойменные экосистемы, радионуклиды,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , ГИС-технологии, биогеохимические барьеры, почвы, травостой, Белорусское Полесье.*

## Radioactive Contamination Forecasting of the Herbage of Floodplain Ecosystems with the Application of GIS-Technologies

T.A. Timofeyeva

Educational Establishment «Francisk Scorina Gomel State University»

*Floodplain meadows of Polesye are an object of special attention of radio ecologists. Even at the low density of radioactive pollution they can be a source of receiving «dirty» forages and production of livestock which doesn't conform to standards.*

*The purpose of the work is space and time evaluation of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  migration in floodplain ecosystems which are contaminated with radionuclide for further detection of optimization ways of using floodplain as forage base in cattle breeding.*

**Material and methods.** *Researches were conducted near the villages of Novoselki and Raduga of Vetkovsky District of Gomel Region. The methodological basis of the research is made by the theory of biogeochemical structure of a natural ecosystem and geochemical barriers.*

**Findings and their discussion.** *The article analyzes preferable forecasting methods to predict  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  contamination rates in herbage on overflowed meadows, so that the contaminated lands could be utilized partially on a selective base, depending on the density of soil contamination and activity of geochemical barriers (certain parts of meadow lands which under their geochemical characteristics are inclined to accumulate increased  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  concentrations). As a tool to meet radioecological objectives*

and solve numerous problems related to farm production on contaminated overflowed lands, it is suggested to use geographically dispersed databases and modern GIS-technologies.

**Conclusion.** Extreme admissible levels of pollution of soil cover for each structural element of an floodplain ecosystem are determined. They are defined for the possibility of receiving forages for the farm animals conforming to standards.

**Key words:** floodplain ecosystems, radionuclides,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , GIS-technologies, biogeochemical barriers, soils, herbage, Belarusian Polesse.

**В** результате катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции 109 тыс. км<sup>2</sup> территории бывшего СССР было подвержено радиоактивному загрязнению. По Гомельской области этот показатель составляет 28 тыс. км<sup>2</sup> или 67% территории. Последствия катастрофы сформировали на территории Белорусского Полесья, особенно в его юго-восточной части, сложную ситуацию, связанную с концентрацией  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в сочетаниях и формах, ранее не свойственных природным экосистемам и внесших существенное изменение в радиоактивный фон региона. Процессы миграции и естественный распад радионуклидов, а также, в большей мере, различные агротехнические и агрохимические приемы, применяемые в сельскохозяйственном производстве, позволяют в настоящее время получать продукцию, соответствующую РДУ-99 (Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде) [1; 2]. Однако пойменные луга остаются критическими угольями, так как при сравнительно небольшой плотности загрязнения они могут быть источником получения «грязных» кормов, а следовательно, и животноводческой продукции, не отвечающей существующим нормативам.

В зоне Белорусского Полесья луга и пастбища составляют примерно половину площади, используемой для получения кормов. Доля производимых на них кормов составляет в кормовом балансе региона около 60%. В Беларуси луга занимают более 3,5 млн га или 17,4% общей площади, а в структуре кормовых угодий Республики Беларусь пойменные луга составляют 12,1% от общей площади сенокосов и пастбищ. Загрязненных радионуклидами пойменных лугов в республике насчитывается 250 тыс. га, из них в Гомельской области – 31,8 тыс. га. Основные массивы сосредоточены в поймах рек Припять, Сож, Ипуть и т.д., и расположены, главным образом в 6 районах (Ветковский, Добрушский, Чечерский, Кормянский, Мозырский, Хойникский). Один из наиболее загрязненных районов – Ветковский (загрязнено 14200 га пойменных угодий или 45% от общей их площади по области). Поэтому пойма р. Сож в пределах данного района требует более детального исследования для определения путей оптимизации использования как кормовой базы для животноводства [3].

Поемный процесс (затопление речной долины полыми водами) не позволяет применять традиционные приемы, способствующие уменьшению поступления радионуклидов из почвы в растения. Это обстоятельство является предпосылкой для усиления научного поиска путей снижения дозовой нагрузки на население за счет уменьшения содержания радионуклидов в рационе сельскохозяйственных животных путем дифференцированного использования пойменных угодий. Принципы дифференцированного подхода не должны противоречить принципам ОЭС (оптимальной экологической стратегии) для сохранения генетического и фенотипического фонда уникальных лугов Полесья [1]. Пойменные луга являются природным ландшафтом – географическим комплексом, в котором все основные компоненты: рельеф, климат, вода, почва, растительность и животный мир – находятся в сложном взаимодействии и взаимообусловленности, образуя однородную по условиям развития единую систему. Для определения оптимальных условий получения нормативно чистых кормов с естественных кормовых угодий их необходимо рассматривать как целостные природные системы и учитывать влияние всех ландшафтно-геохимических условий [1; 4].

Цель работы – пространственно-временная оценка миграции  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в экосистемах пойм, загрязненных радионуклидами, для последующего определения путей оптимизации использования пойм как кормовой базы для животноводства.

**Материал и методы.** Исследования проводились в течение 2000–2016 гг. в окрестностях деревень Новоселки и Радуга Ветковского района Гомельской области с высокой степенью радиоактивного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  (50–1200 кБк/м<sup>2</sup>) и  $^{90}\text{Sr}$  (5–25 кБк/м<sup>2</sup>) с учетом ландшафтно-биогеохимических особенностей территории. Методологическая основа – теория биогеохимической структуры природной экосистемы и геохимических барьеров. С помощью сопряженного анализа дана оценка миграции  $^{137}\text{Cs}$  в компонентах экосистемы (почве, наземном покрове, корневой системе растений). На основе созданной в ходе исследования базы данных построена серия карт с использованием ГИС-технологий. Применены методы: спектрометрический, радиохимический, инфракрасной спектроскопии и агрохимический. Фактический материал обработан с применением математической статистики. Использован метод ландшафтного профилирования для выделения структурно-функциональных частей ландшафтных профилей, при заложении точек комплексного

исследования проведена съемка географических координат и высот над уровнем моря при помощи персонального спутникового навигатора Garmin GPS 12 XL. Заложены два ландшафтно-геохимических профиля, которые охарактеризованы 24 точками комплексного описания. Исследовались пробы почв (286), растений (506).

В качестве инструмента для решения радиоэкологических задач и задач, связанных с сельскохозяйственным производством на загрязненных радионуклидами пойменных угодьях, предлагается использовать пространственно-распределенные базы данных и ГИС-технологии. Оптимальным методом выделения фациальных элементов экосистемы поймы, а также пространственной оценки и прогноза распределения радионуклидов с учетом рельефных особенностей, является построение рельефных карт с применением ГИС-технологий на основе топографической съемки географических координат и высот над уровнем моря с последующим наложением полей радиоактивного загрязнения [5].

**Результаты и их обсуждение.** В пойменном ландшафте колебания относительных высот определяют выделение структурных частей с дифференциацией биогеохимических условий, и, соответственно, почвенно-растительного покрова.

В пределах пойменной экосистемы объекта исследования выделены аллювиально-террасированный ПТК Н-класса, слабодренированный, с широколиственно-сосновыми лесами на дерново-подзолистых временно избыточно увлажняемых почвах, представленный первой надпойменной террасой, и пойменный ПТК Н-Fe-класса, разной степени дренированности с долгопойменными заливными лугами и сырыми лугами низкого уровня на дерново-глеевых, дерново-глееватых и торфяных почвах. В пределах поймы выделены прирусловая пойма (отмель, вал), старица (на границе прирусловой и центральной поймы), центральная пойма (повышенная и пониженная части), притеррасная пойма, также исследования проводились на первой надпойменной террасе.

Для прирусловой отмели опытного участка характерны аллювиальные дерново-глееватые песчаные почвы и аллювиальные слаборазвитые песчаные почвы, развивающиеся на рыхлых песках, занятые ивовым кустарником средней густоты [6].

К прирусловому валу приурочены долгопойменные заливные луга с аллювиально-дерново-глеевыми почвами. Здесь преобладает разнотравно-злаковая ассоциация.

Центральная пойма занимает обширные пространства и имеет сложный комплексный почвенный покров. Это связано с особенностями рельефа и характером увлажнения. Абсолютные отметки поверхности: 123–125 м на пониженных участках и старице, 126–127 м – на грядах центральной поймы. На старице характерны долгопойменные заливные луга с аллювиальной дерново-глеевой супесчаной почвой и представлены осоковой ассоциацией.

К понижениям центральной поймы относятся сырые луга низкого уровня с аллювиальной дерново-глеевой почвой и болота с торфяной почвой, представленные разнотравно-осоковой ассоциацией. На поверхности понижений центральной поймы остается слой илистых частиц, богатых органическим веществом.

В относительно повышенных местах центральной поймы, где паводковые воды текут быстро, откладывается грубый песчаный пылеватый материал, характерны долгопойменные заливные луга с аллювиальными дерново-глееватыми почвами, представленные разнотравно-злаково-бобовой ассоциацией.

К притеррасной пойме, которая занимает наиболее низкое положение и характеризуется абсолютными отметками 122–124 м, приурочены сырые луга низкого уровня и кустарники на аллювиально-дерново-глеевой песчаной с погребенным торфом и торфяной мощной почве и представлены разнотравно-хвощево-осоковой ассоциацией и кустарником ивняково-ольховым средней густоты [6].

Дифференциация почвенно-растительного покрова (агрохимических условий почвы и выноса химических элементов травостоем) пойменной экосистемы обусловила выделение геохимических и биогеохимических барьеров: механический на прирусловом валу, обусловленный резким переходом от песчаных к супесчаным почвам на границе прирусловой и центральной пойм с накоплением  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и Fe; биогенный (с высоким выносом химических элементов растительным покровом) и сорбционный, обусловленный высоким содержанием физической глины и аккумуляцией  $^{137}\text{Cs}$ , Al и K в почве на старице; биогенный, связанный с высокой гумусированностью и аккумуляцией  $^{137}\text{Cs}$ , K, Ca, P, Fe и Mg на пониженных участках центральной поймы; сорбционный и нейтральный геохимические барьеры на повышениях центральной поймы, связанные с нейтральной реакцией почвенного покрова, повышенным содержанием Ca и сорбцией  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , K, Fe, Al и Mg; сорбционный на притеррасной пойме с повышенной аккумуляцией Ca, P, Fe (в 2,3, 1,5 и 3–8 раз выше среднего по профилям),  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ; сорбционный и нейтральный геохимические барьеры с высоким содержанием физической глины (11–12%) и близкой к нейтральной величиной pH на первой надпойменной террасе с высокой обеспеченностью P, K, Mg (в 2, 2,2 и 1,2 выше средних показателей) и сорбцией  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  [7].

Техногенное загрязнение радионуклидами требует комплексного подхода к оценке миграции радиоактивных веществ в пойме, характеризующейся неоднородностью рельефа. В речных долинах распределение аварийных изотопов во многом определяется естественными миграционными процессами химических элементов по структурным частям поймы и их вовлечением в пойменное почвообразование. Современные геохимические процессы сопровождаются перераспределением радионуклидов в экосистемах, при этом все больше их распределение ставится в зависимость от природных особенностей территории, а также от типов почв и сорбции на геохимических барьерах [4; 7]. Каждый структурный элемент поймы отличается по относительной высоте, соответственно, по типу почвы, агрохимическому и гранулометрическому составу и видам растительных сообществ. Это влияет на дифференциацию в перераспределении радионуклидов по профилю пойменной экосистемы и на переход в травостой. Для каждого структурного элемента пойменной экосистемы существуют различные предельные плотности загрязнения почв, при которых можно получить корма для КРС, соответствующие РДУ. Поэтому радиоэкологические исследования пойм для прогнозирования радиоактивного загрязнения травостоя необходимо проводить с учетом рельефных особенностей экосистемы поймы – от генетического типа рельефа до его структурного элемента (террас, притеррасных пойм, гряд и ложбин центральной поймы и т.д.).

В данной работе мы хотим показать возможность наиболее оптимального использования кормовых угодий в пределах поймы при отсутствии материальных средств для проведения агромелиоративных мероприятий, что позволит экономить бюджетные средства и способы прогнозирования загрязнения травостоя радионуклидами.

Предлагаются способы прогнозирования загрязнения травостоя пойменных земель  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для частичного или выборочного использования поймы с учетом плотности загрязнения почвы и действия геохимических барьеров (участков, в силу каких-либо геохимических особенностей аккумулирующих повышенные концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ). Только на рельефной карте можно точно выделить структурный элемент поймы, определить наличие геохимических барьеров и, зная предельную плотность загрязнения почвы, рассчитать прогнозное значение радиоактивного загрязнения травостоя.

Созданные на основе ГИС-технологий и результатов топографической съемки GPS-навигатором рельефные карты плотности загрязнения почвенного покрова объекта исследования определили особенности дифференциации плотности загрязнения, которые заключаются в сочетании фоновых и аномальных зон. При этом фоновыми считаются участки с уровнями загрязнения, близкими к средним официальным данным, по  $^{137}\text{Cs}$  18–555 кБк/м<sup>2</sup> и по  $^{90}\text{Sr}$  5,5–18,5. Повышенные уровни радиоактивности обусловлены накоплением  $^{137}\text{Cs}$  на локальных геохимических барьерах, пониженные (отмель) – промывным режимом и слабой задержанностью почвенного покрова [8; 9].

При оценке **горизонтальной дифференциации**  $^{137}\text{Cs}$  выявлено, что максимальные концентрации в почвенном покрове приурочены к сорбционному барьеру старицы (26% от суммарной по профилям), где установлена прямая линейная зависимость между сорбцией  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном покрове и содержанием физической глины ( $r=0,97$ ),  $\text{K}_2\text{O}$  ( $r=0,66$ ), величиной Нг (0,92) и Сгк ( $r=0,68$ ) в почве. На сорбционном и нейтральном барьерах повышений центральной поймы (17%) и первой надпойменной террасы (17%) отмечена повышенная сорбция радионуклида за счет высокого содержания физической глины ( $r=0,76$ ), величины Нг ( $r=0,72$ ) и рН (0,97).

К местам **повышенной концентрации**  $^{90}\text{Sr}$  в почвенном покрове поймы р. Сож относится первая надпойменная терраса (33% от суммарной активности почвы), где радиостронций аккумулируется на сорбционном и нейтральном барьерах. Сорбцию определяют близкий к нейтральному рН ( $r=0,78$ ), Нг ( $r=0,88$ ), обменный Са ( $r=0,96$ ) и гумус ( $r=0,97$ ) в почве. На сорбционном барьере притеррасной поймы накапливается 28%  $^{90}\text{Sr}$  по профилям за счет суммы поглощенных оснований ( $r=0,83$ ) и степени насыщенности основаниями ( $r=0,94$ ). Повышенные участки центральной поймы аккумулируют 17%  $^{90}\text{Sr}$  на сорбционном и нейтральном барьерах за счет высокого содержания гумуса ( $r=0,67$ ) и степени насыщенности основаниями почвы ( $r=0,77$ ). **В вертикальном распределении**  $^{137}\text{Cs}$  по почвенным разрезам поймы прослеживается накопление изотопа преимущественно в гумусовом и иллювиальном горизонтах (до 98%). **Вертикальная миграция**  $^{90}\text{Sr}$  отличается большей интенсивностью по сравнению с  $^{137}\text{Cs}$ . На первой надпойменной террасе и на повышении центральной поймы в гумусовом горизонте отмечено 70–90% активности. На понижениях центральной поймы и на прирусловой пойме в горизонтах  $A_1$  и  $A_{1g}$  сконцентрировано 40–60%  $^{90}\text{Sr}$  [4].

Рассчитан запас содержания радионуклидов по годам и сезонам в травостое на единицу площади для каждой части поймы (**Бк/м<sup>2</sup>**) для определения суммарного запаса радионуклидов в травостое, а также суммарного выноса с урожаем трав и определения оптимального количества стравливания скоту и укосов [9; 10].

В растительном покрове **максимальный запас**  $^{137}\text{Cs}$  приурочен к биогеохимическим барьерам старицы (56% от суммарного по профилям, в среднем 1200 Бк/м<sup>2</sup>, что обусловлено высокой биомассой и удельной

активностью осоковых ассоциаций) и притеррасной поймы (15% или 400 Бк/м<sup>2</sup>). Высокий запас <sup>137</sup>Cs в травостое притеррасной поймы при низкой плотности загрязнения обусловлен высокой биомассой осоковых ассоциаций. Установлена обратная линейная зависимость между содержанием <sup>137</sup>Cs в травостое и содержанием K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и величиной Cгк/Сфк и V в почвенном покрове. Максимальным КП <sup>137</sup>Cs характеризуются ивовый кустарник прирусловой отмели за счет низких агрохимических показателей данного структурного элемента, осоковые и розоцветные ассоциации притеррасной поймы из-за переувлажненности территории. Обнаружено, что в засушливые годы удельная активность и запас <sup>137</sup>Cs в травостое снизились в 1,5–1,7 раза по сравнению с более влажными. К концу вегетационного периода наблюдалось повышение запаса <sup>137</sup>Cs на старице, притеррасной и центральной поймах (понижения) за счет переувлажнения почвенного покрова и повышения биомассы. **Максимальный запас <sup>90</sup>Sr** в травостое приурочен к первой надпойменной террасе (22–25% от суммарного запаса по профилям или 40 Бк/м<sup>2</sup> за счет высокой удельной активности травостоя) и биогенному барьеру притеррасной поймы (20% или 10–50 Бк/м<sup>2</sup> за счет высокой биомассы наземного покрова на торфяниках и высокой удельной активности травостоя на дерново-глеевых песчаных почвах). Влияние на переход <sup>90</sup>Sr оказывают величина рН, Нг, Сгк, содержание Са, гумуса и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в верхних почвенных горизонтах. Максимальным КП <sup>90</sup>Sr характеризуются ивовый кустарник прирусловой поймы, бобовые повышенных участков центральной поймы, осоковые и розоцветные ассоциации притеррасной поймы [8; 11].

Характер накопления радионуклидов растительностью поймы реки Сож обусловлен, прежде всего, загрязнением почвенного покрова.

На основе интерполяции данных по графикам зависимости между плотностью загрязнения почвы и удельной активностью травостоя можно рассчитать прогноз радиоактивного загрязнения травостоя для каждого структурного элемента пойменной экосистемы [12]. На рельефной карте (рис. 1) определяются структурный элемент пойменной экосистемы и его плотность загрязнения. Далее по графикам зависимости между удельной активностью почвы и наземного покрова (рис. 2, 3) для данного структурного элемента прогнозируется удельная активность травостоя.

На основе зависимости между плотностью загрязнения почвы и удельной активностью травостоя определены предельные плотности загрязнения почвенного покрова, при которых возможно получение кормов для животноводства, соответствующих РДУ-99 для каждого структурного элемента пойменной экосистемы. Полученные результаты могут быть использованы для анализа, оценки и прогнозирования радиационной ситуации для аналогичных участков поймы р. Сож [2; 3; 9].

**Для производства молока цельного и мяса**, соответствующих нормативам РДУ-99, рекомендуется использование *центральной поймы*, загрязненной радионуклидами, без проведения агромелиоративных мероприятий при следующей плотности загрязнения:

- *пониженных участков* по <sup>137</sup>Cs до 550 Бк/м<sup>2</sup>, <sup>90</sup>Sr до 33 Бк/м<sup>2</sup>;
- *повышенных* по <sup>137</sup>Cs до 800 Бк/м<sup>2</sup>, <sup>90</sup>Sr до 33 Бк/м<sup>2</sup> (рекомендуется проведение только первого укоса (при использовании в качестве сенокоса) и не более двух стравливания на пастбище);
- *прирусловой вал* может использоваться без ограничений при плотности загрязнения до 1500 Бк/м<sup>2</sup> по <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr до 22 Бк/м<sup>2</sup>.
- *первая надпойменная терраса* по <sup>137</sup>Cs до 900 Бк/м<sup>2</sup>, <sup>90</sup>Sr до 40 Бк/м<sup>2</sup>.

**Для получения молока сырья** предельная плотность загрязнения почвенного покрова <sup>137</sup>Cs существенно увеличивается и составляет для:

- *понижений центральной поймы* по <sup>137</sup>Cs до 770 Бк/м<sup>2</sup>, по <sup>90</sup>Sr до 111 Бк/м<sup>2</sup>;
- *повышенных участков центральной поймы* по <sup>137</sup>Cs до 1147 Бк/м<sup>2</sup>, по <sup>90</sup>Sr до 111 Бк/м<sup>2</sup>;
- *первой надпойменной террасы* по <sup>137</sup>Cs до 1480 Бк/м<sup>2</sup>, по <sup>90</sup>Sr до 111 Бк/м<sup>2</sup>.

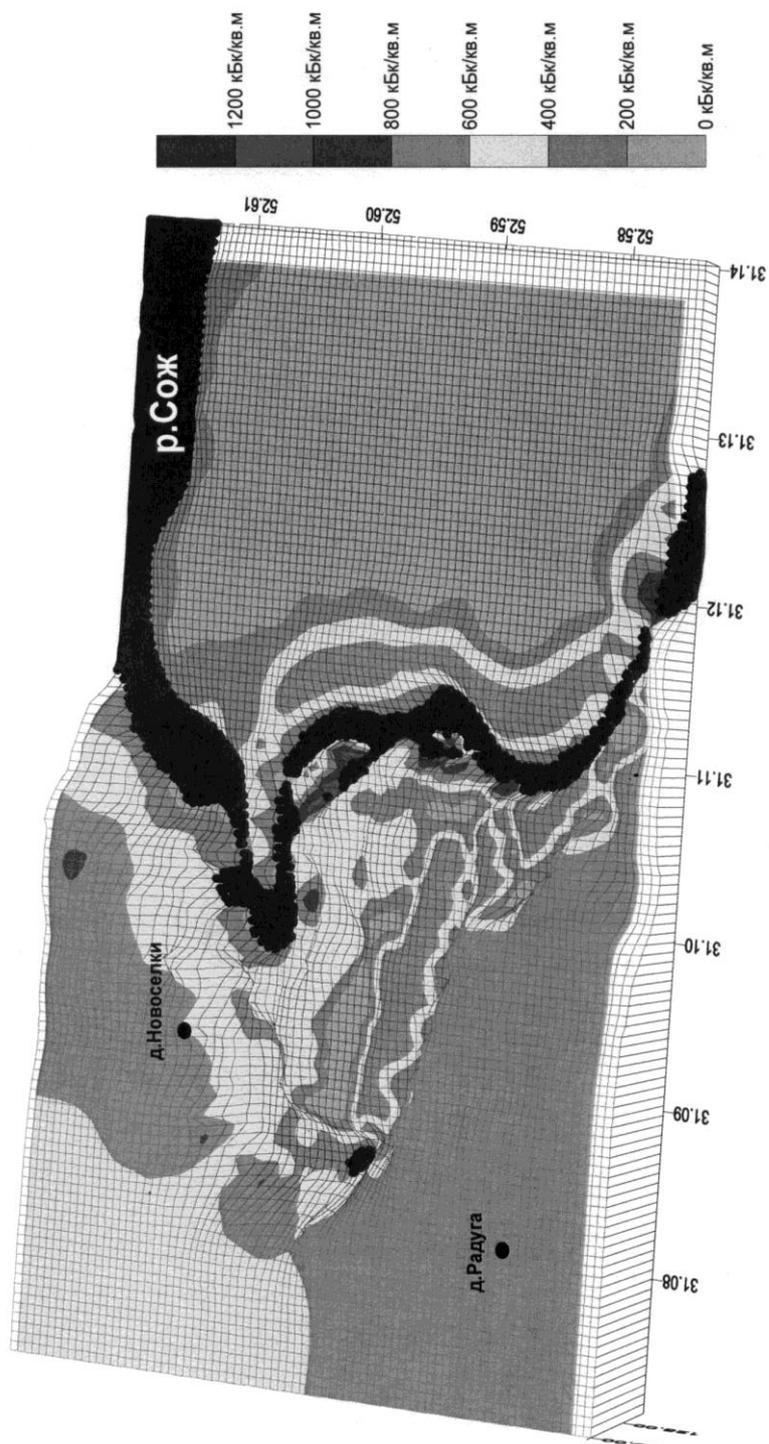


Рис. 1. Рельефная карта-схема плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  почвенного покрова объекта исследования,  $\text{кБк}/\text{м}^2$

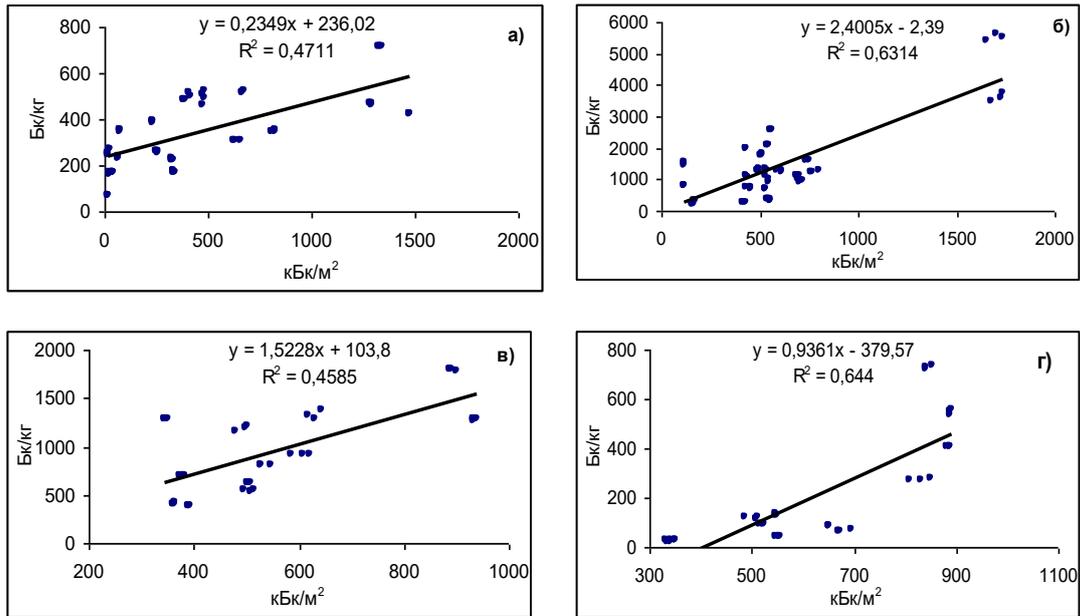


Рис. 2. Зависимость между удельной активностью  $^{137}\text{Cs}$  почвы и наземного покрова: а) прирусловая пойма; б) понижения центральной поймы и старица; в) повышения центральной поймы; г) первая надпойменная терраса.

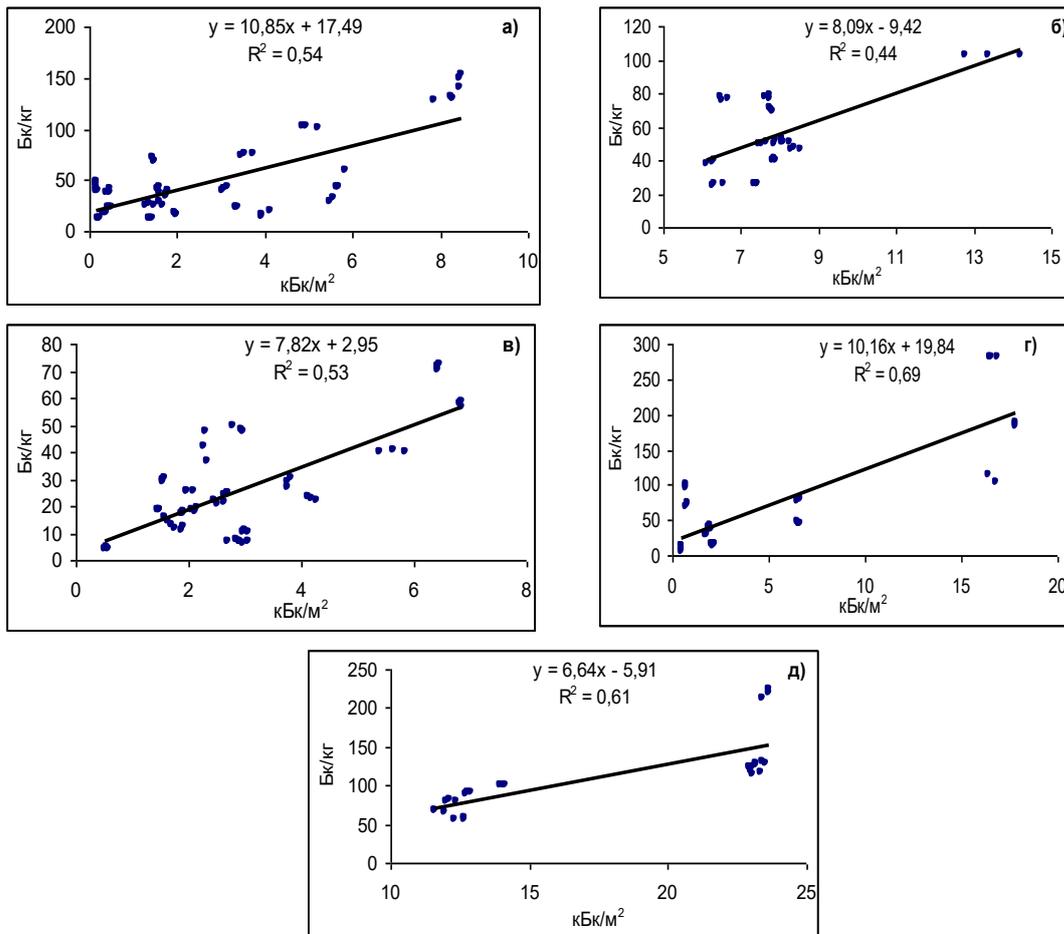


Рис. 3. Зависимость между плотностью загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  почвы и удельной активностью наземного покрова: а) прирусловая пойма; б) повышения центральной поймы; в) понижения центральной поймы и старица; г) повышения центральной поймы; д) притеррасная пойма; д) первая надпойменная терраса.

Нецелесообразно использовать в качестве сенокосов и пастбищ старицы и притеррасную пойму из-за высокого радиоактивного загрязнения (как  $^{137}\text{Cs}$ , так и  $^{90}\text{Sr}$ ), заболоченности, закустаренности и произрастания на ней осоковых ассоциаций, не пригодных для корма скота, а также приуроловой отмели.

**Заключение.** В последующие годы планируется усовершенствовать способы прогнозирования загрязнения травостоя пойменных угодий  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в зависимости от рельефных особенностей структурных частей пойменного ландшафта и плотности загрязнения почвы с применением ГИС-технологий.

Будет разработан программный продукт, который позволит автоматизировать прогноз радиоактивного загрязнения травостоя в поймах. Входным информационным полем послужат данные плотности загрязнения почвы, высота над уровнем моря, структурный элемент поймы, тип почвы, вид растительности, урожайность, наличие геохимических барьеров.

На основе баз данных с вышеперечисленной информацией будут автоматизированно составляться прогнозные рельефные карты загрязнения травостоя пойменных угодий  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для получения возможности выбора «чистых» участков для выпаса скота и сенокосения, на которых возможно получение зеленых кормов, соответствующих нормативам. В дальнейшем данная автоматизированная система прогноза может быть применена для всех районов Гомельской области, имеющих угодья в пойме р. Сож, где наблюдаются превышения РДУ в молоке в частных подворьях, необходимо будет только изменить входные параметры информационных полей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев, С.Ф. Предложения по рациональному использованию пойменных лугов в зависимости от ландшафтно-геохимических условий на территории радиоактивного загрязнения Ветковского района / С.Ф. Тимофеев [и др.]. – Гомель, 2006. – 27 с.
2. Богдевич, И.М. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич; под ред. проф. И.М. Богдевича [и др.]. – Минск, 2008. – 72 с.
3. Тимофеева, Т.А. Способы оптимизации использования естественных кормовых угодий пойменных ландшафтов, загрязненных радионуклидами / Т.А. Тимофеева // *Агрохимический вестник*. – 2016. – № 5. – С. 14–20.
4. Мышлен, Т.А. Почвенные условия миграции  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в трансупераквальных ландшафтах (на примере поймы р. Сож) / Т.А. Мышлен // *Вестник БГУ*. – 2003. – № 2. – С. 61–66.
5. Сапегин, Л.М. Математическое моделирование динамики продуктивности луговой экосистемы / Л.М. Сапегин, В.И. Мироненко, Н.М. Дайнеко, С.П. Жогаль // *Весті НАН Беларусі*. – Сер. біял. навук. – 2006. – № 1. – С. 31–35.
6. Тимофеева, Т.А. Особенности формирования и структуры поймы р. Сож / Т.А. Тимофеева // *Географія*. – 2017. – № 11(144). – С. 3–10.
7. Тимофеева, Т.А. Латеральные геохимические барьеры трансупераквальных ландшафтов (на примере поймы р. Сож) / Т.А. Тимофеева // *Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины*. – 2017. – № 3(102). – С. 66–71.
8. Дайнеко, Н.М. Структура и динамика луговых агроэкосистем (на примере сеяных лугов Белорусского Полесья): монография / Н.М. Дайнеко. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2006. – 316 с.
9. Тимофеева, Т.А. Геохимия поймы реки Сож: практ. руководство для студентов специальности 1-33 01 02 «Геоэкология» / Т.А. Тимофеева // *М-во образования Респ. Беларусь*. – Минск: Колорград, 2017. – 59 с.
10. Чертко, Н.К. Геохимия ландшафта: учеб. пособие / Н.К. Чертко [и др.]; под ред. Н.К. Чертко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: БГУ, 2011. – 303 с.
11. Тимофеева, Т.А. Дифференциация биогеохимических и агрохимических показателей различных фаций пойменных ландшафтов (на примере поймы реки Сож) / Т.А. Тимофеева // *Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины*. – 2014 – 6(87). – С. 75–81.
12. Тимофеева, Т.А. Радиоэкология: практ. руководство для студентов специальности 1-33 01 02 «Геоэкология» / Т.А. Тимофеева // *М-во образования Респ. Беларусь*, Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель, 2011. – 48 с.

#### REFERENCES

1. Timofeyev S.F. *Predlozheniya po ratsionalnomu ispolzovaniyu poimennykh lugov v zavisimosti ot landshaftno-geokhimicheskikh uslovii naterritorii radioaktivnogo zagriazneniya Vetkovskogo rayona* [Proposals on the Rational Use of Floodplain Meadows Depending on the Landscape-Geochemical Conditions in the Territory of Radioactive Contamination in Vetka District], Gomel, 2006, 27 p.
2. Bogdevich I.M. *Rekomendatsii po vedeniyu agropromyshlennogo proizvodstva v usloviyakh radioaktivnogo zagriazneniya zemel Respubliki Belarus* [Recommendations on Conducting Agro-Industrial Production in Conditions of Radioactive Contamination of the Lands of the Republic of Belarus], Minsk, 2008, 72 p.
3. Timofeyeva T.A. *Agrokhimicheski vestnik* [Agrochemical Bulletin], Moscow, 2016, 5, pp. 14–20.
4. Myshlen T.A. *Vestnik BGU* [Bulletin of BSU], 2003, 2, pp. 61–66.
5. Sapegin L.M., Mironenko V.I., Dayneko N.M., Zhogal S.P. *Vesti NAN Belarusi* [Bulletin of the NASc of Belarus], 2006, 1, pp. 31–35.
6. Timofeyeva T.A. *Geografiya* [Geography], 2017, 11(144), pp. 3–10.
7. Timofeyeva T.A. *Izvestiya GGU imeni F. Skorini State* [Bulletin of Gomel F. Skorina State University], 2017, 3(102), pp. 66–71.
8. Daineko N.M. *Struktura i dinamika lugovikh agroekosisyem (na primere seyanykh lugov Belorusskogo Polesya): monografiya* [Structure and Dynamics of Meadow Agroecosystems (on the Example of the Sown Meadows of Belarussian Polesye): monograph], Gomel, Gomel State F. Skorina University, 2006, 316 p.
9. Timofeyeva T.A. *Geokhimiya poymy reki Sozh: prakticheskoye rukovodstvo dlia studentov spetsialnosti 1-33 01 02 «Geoekologiya»* [Geochemistry of the Sozh River Floodplain: Practical Guide for Students Majoring in Geoecology], Minsk, Colorograd, 2017, 59 p.
10. Chertko N.K. *Geokhimiya landshafta: uchebnoye posobiye* [Geochemistry of the Landscape: Textbook], Minsk, BSU, 2011, 303 p.
11. Timofeyeva T.A. *Izvestiya Gomelskogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skorini* [Bulletin of Gomel State F. Skorina University], 2014, 6(87), pp. 75–81.
12. Timofeyeva T.A. *Radioekologiya: prakticheskoye rukovodstvo dlia studentov spetsialnosti 1-33 01 02 «Geoekologiya»* [Radioecology: Practical Guide Practical Guide for Students Majoring in Geoecology], Gomel State F. Skorina University, Gomel, 2011, 48 p.

Поступила в редакцию 09.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: myshlion@mail.ru – Тимофеева Т.А.

УДК 582.4:581.43:502.5(476.5)

## Разнообразие и распределение тонких корней *Picea abies* (L.) Karst. по почвенному профилю в природных и антропогенных экосистемах Белорусского Поозерья

П.Ю. Колмаков, А.С. Кисова

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

В статье дан анализ распределения тонких корней *Picea abies* (L.) Karst. по почвенному профилю в природных и антропогенных экосистемах Белорусского Поозерья.

Цель исследования – изучить морфологические и биометрические особенности микоризных окончаний *Picea abies* в различных горизонтах почвенного профиля в зависимости от экологических условий.

**Материал и методы.** Материалом являлись микоризные корневые окончания *Picea abies*. Методы: закладка пробных площадей и экспериментальные исследования.

**Результаты и их обсуждение.** В фоновой зоне самое большое разнообразие морфотипов корневых окончаний выявлено в почвенном горизонте  $A_1$ , а наибольшая средняя биомасса тонких корней сосредоточена в  $A_0$  горизонте. Средняя биомасса тонких корней по почвенному профилю равна 2,09 г. Среднее значение длины простых микориз из группы *simple* – 3,15 мм.

В импактной зоне морфологическое разнообразие корневых окончаний сосредоточено в горизонте  $A_1$ , поскольку горизонт  $A_0$  деградирован. Наибольшая биомасса тонких корней локализована в горизонте  $A_1$ . Средняя биомасса тонких корней с микоризными корневыми окончаниями равна 1,06 г по всему почвенному профилю. Среднее значение длины простых микориз из группы *simple* – 2,87 мм.

**Заключение.** Экспериментально доказан факт различия в биометрических и морфологических параметрах корневых микоризных окончаний *Picea abies* в различных экологических условиях. Вся функционально значимая корневая система *Picea abies* сосредоточена в  $A_0$  и  $A_1$  почвенных горизонтах. В импактной зоне вся функциональная часть корневой системы *Picea abies* локализована в более глубоких почвенных горизонтах, что делает корневую систему Ели обыкновенной менее восприимчивой к резким изменениям абиотических факторов окружающей среды.

**Ключевые слова:** Ель обыкновенная, почвенный профиль, Белорусское Поозерье.

## Diversity and Distribution of *Picea abies* (L.) Karst. Thin Roots over Soil Profile in Nature and Anthropogenic Ecosystems of Belarusian Lake District (Poozeriye)

P.Yu. Kolmakov, A.S. Kisova

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

An analysis of the distribution of *Picea abies* (L.) Karst thin roots according to soil profile in nature and anthropogenic ecosystems of Belarusian Lake District (Poozeriye) is presented in the article.

The purpose of the research is to study morphological and biometric features of *Picea abies* mycoris endings in different horizons of soil profile depending on ecological conditions.

**Material and methods.** *Picea abies* root endings were the research material. The research methods were loading sample areas and laboratory experimental studies.

**Findings and their discussion.** In the background zone the greatest morphotype diversity of root endings was found out in the soil horizon  $A_1$ , while largest average biomass of thin roots was concentrated in  $A_0$  horizon. Average biomass of thin roots according to soil profile is 2,09 g. The average value of length of simple mycoris from the group of *simple* 3,15 mm.

In the impact zone the morphological diversity of root endings is concentrated in  $A_1$  horizon since  $A_0$  horizon is degraded. The largest thin root biomass is concentrated in  $A_1$  horizon. Average biomass of thin roots with mycoris root endings is 1,06 g over the whole soil profile. Average parameter of the length of simple mycoris is 2,87 mm.

**Conclusion.** The fact of the differences in biometric and morphological parameters of *Picea abies* root mycoris endings in different ecological conditions is experimentally proven. The whole functionally significant *Picea abies* root system is concentrated

in  $A_0$  u  $A_1$  soil horizons. In the impact zone the whole functional part of *Picea abies* root system is concentrated in deeper soil horizons, which makes *Picea abies* root system less vulnerable to sharp changes of abiotic environmental factors.

**Key words:** *Picea abies*, soil profile, Belarusian Lake District (Poozeriye).

**В** настоящее время изучение микориз направлено на выявление различных морфотипов корневых микоризных окончаний, их анатомического строения и установление видовой принадлежности грибного компонента с использованием молекулярных методов исследований.

Наибольший практический интерес для народного хозяйства имеют научные работы, касающиеся экологических аспектов. Важно не только то, «как это устроено», но и «как это работает» и «для чего это нужно».

Некоторые ученые рассматривают грибной компонент как инфекцию [1], другие – как взаимовыгодный симбиоз гриба с высшим растением [2].

**Материал и методы.** Материал исследования – микоризные корневые окончания Ели обыкновенной *Picea abies* (L.) Karst. (семейство *Pinaceae* Lindl.). Это важная лесообразующая порода бореальной зоны. В наших исследованиях является модельным видом. Подобный выбор объекта исследования не случаен. Это связано с исключительной хозяйственной важностью данной породы. На территории Беларуси *Picea abies* является зональной лесной культурой, ареал которой претерпевает значительные трансформации, связанные с изменениями экологических условий крупных территориальных единиц на земном шаре.

Методы: закладка пробных площадей и экспериментальные исследования.

Исследования проводились в фоновой и импактной зонах.

Импактная зона – пробная площадка, расположенная в городских условиях с сильной антропогенной нагрузкой.

Фоновая зона – пробная площадка, расположенная вдали от промышленных предприятий со слабо выраженной антропогенной нагрузкой.

На пробных площадях проводили отбор почвенных проб с помощью стального цилиндра диаметром 5 см и длиной 30 см. Точки отбора проб были приурочены к отдельным консорциям Ели обыкновенной, согласно методике концентрической схемы пробоотбора [3–6], с расстоянием от 10 до 100 см от ствола в проекции кроны.

Характеристика пробных площадей, на которых проводился отбор почвенных проб, отражена в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Географическое положение			Местообитание	Вид	Возраст лет	Количество выборки
	с.ш.	в.д.	Ближайший населенный пункт				
1.	54°52' 54"	30°22' 28"	д. Щитовка (Сенненский район, Витебская область)	Ельник разнотравно-мшистый	<i>Picea abies</i>	40	25
2.	55°10' 42"	30°13' 28"	г. Витебск (центр города)	Еловые насаждения разнотравно-мшистые	<i>Picea abies</i>	40	25

Город Витебск – крупный промышленный центр на северо-востоке Беларуси. Нет возможности точно определить вклады каждого из источников в общее загрязнение атмосферы и нельзя исключить антропогенные воздействия – рекреационные нагрузки. Сильно нарушена структура почвенного профиля со слабо развитым, а зачастую и полностью отсутствующим горизонтом  $A_0$  (ферментативный горизонт). Весь почвенный профиль слишком уплотнен, что свидетельствует о значительной рекреационной нагрузке.

Пробная площадь (ПП2) расположена в центре города Витебска и соответствует импактной зоне. Данная пробная площадь находится в районе активного прессинга хозяйственной деятельности человека.

Состав древостоя: *Picea abies* (L.) Karst.: 10Е. Эдификатор: *Picea abies* (L.) Karst. Подлесок: *Sorbus aucuparia* L. Напочвенный покров: *Chelidonium majus* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Agrostis tenuis* Sibth., *Urtica dioica* L., *Scorzoneroideis automnalis* (L.) Moench, *Viola riviniana* Reichenb., *Festuca ovina* L., *Veronica officinalis* L., *Tussilago farfara* L., *Plantago major* L., *Plantago lanceolata* L., *Pilosella officinarum* Vaill., *Ajuga reptans* L., *Pleurosium schreberi* (Brid.) Mitt., *Mnium* sp.

Отбор почвенных проб проводили и на территории Лучосской озерно-ледниковой низины.

Лучосская озерно-ледниковая низина расположена в юго-восточной части Белорусского Поозерья, размещается между Витебской и Оршанской возвышенностями в пределах среднего и верхнего течения Лучосы и ее притоков – Оболянки, Суходровки, Серокоротнянки. Район вытянут треугольником на северо-востоке от южных границ Белорусского Поозерья до долины Западной Двины [7].

Пробная площадь (ПП1) расположена в экологически чистом районе, вдали от промышленных объектов (примерно в 40 км) и агроценозов (примерно в 5 км) в пределах Лучосской озерно-ледниковой низины и соответствует фоновой зоне.

Состав древостоя: 7Е2С1Б. Эдификатор: *Picea abies* (L.) Karst. Естественное возобновление под пологом: *Picea abies* (L.) Karst., *Populus tremula* L. Подлесок: *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill. Живой напочвенный покров: *Vaccinium myrtillus* L., *Melampyrum sylvaticum* L., *Convallaria majalis* L., *Calluna vulgaris* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Oxalis acetosella* L., *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Vaccinium vitis-idaea* L., *Festuca ovina* L., *Fragaria vesca* L., *Viola riviniana* Reichenb., *Pleurosium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum rugosum* Brid., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Briol. eur.

Получение фактических данных для изучения строения эктэндомикоризы заключалось в выкопке, т.е. извлечении из почвы образцов – фрагментов корневых систем, корневых мочек с представленными на них корнями последних порядков ветвления. Образцы извлекались из почвенных навесок проб так, что невозможно было строго установить их принадлежность к той или иной особи растений [8; 9]. Получаемые этим путем характеристики микориз относятся или могут быть усреднены на уровень сообщества в целом. Такой способ извлечения проб обоснован при изучении микоризообразования у взрослых растений [10].

Отбор образцов корневых систем проводили в течение вегетационного периода 2016 года. Образцы фиксировали в 4% формалине и в 70% спирте. Изучение морфологического строения корневых окончаний осуществляли в лабораторных условиях с использованием микроскопа МБС-10.

**Результаты и их обсуждение.** Всего было отобрано 50 образцов корневых окончаний *Picea abies*. По 25 образцов из каждой пробной площади (ПП1 и ПП2). Отобрано именно одинаковое количество образцов из каждой пробной площади для того, чтобы наиболее корректно был выполнен статистический анализ и корректно были сделаны соответствующие выводы. Общие результаты отбора проб приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Morphology mycorrhizal system ramification presence-type**

Пробная площадь	Номер образца	Morphology mycorrhizal system ramification presence-type					
		simple	monopodial-pinnate	monopodial-pyramidal	dichotomous	irregularly-pinnate	corralloid
ПП 1	1-05-10-2014	x	x	x		x	x
ПП 2	2-20-10-2014	x	x	x		x	x
ПП 1	3-29-09-2014	x	x	x		x	
ПП 1	4-28-09-2014	x	x	x			
ПП 1	5-07-15-2014	x	x	x			
ПП 1	6-15-09-2014	x		x			
ПП 2	8-05-10-2016	x	x	x			
ПП 2	9-04-10-2016	x		x			
ПП 1	10-29-09-2014	x		x			
ПП 2	11-07-10-2016	x		x			
ПП 2	12-24-09-2014	x	x	x		x	
ПП 1	13-21-09-2014	x	x	x			
ПП 1	14-11-10-2014	x	x	x			
ПП 1	15-13-06-2016	x	x	x		x	
ПП 1	16-15-06-2016	x	x	x		x	
ПП 1	17-28-09-2014	x	x	x			
ПП 1	18-28-06-2016	x	x	x		x	
ПП 1	19-28-06-2016	x	x	x		x	
ПП 1	20-29-06-2016	x	x	x			
ПП 1	21-30-06-2016	x	x	x			
ПП 1	22-01-07-2016	x	x	x		x	
ПП 1	23-04-07-2016	x		x	x		
ПП 1	24-05-07-2016	x	x	x			
ПП 1	25-06-07-2016	x	x	x		x	
ПП 1	26-07-07-2016	x	x	x		x	
ПП 1	27-08-07-2016	x	x	x			
ПП 1	28-11-07-2016	x	x	x		x	
ПП 1	29-12-07-2016	x	x	x			
ПП 1	30-13-07-2016	x	x			x	x
ПП 1	31-14-07-2016	x	x	x		x	
ПП 2	32-04-08-2016	x	x	x		x	
ПП 2	33-08-08-2016	x		x			
ПП 2	34-15-08-2016	x		x			
ПП 2	35-16-08-2016	x					
ПП 2	36-19-08-2016	x		x			

Окончание табл. 2

ПП 2	37-22-08-2016	х		х			
ПП 2	38-23-08-2016	х		х			
ПП 2	39-29-08-2016	х					
ПП 2	40-30-08-2016	х	х	х			
ПП 2	41-01-09-2016	х	х	х			
ПП 2	42-10-10-2016	х	х	х			
ПП 2	43-11-10-2016	х		х			
ПП 2	44-11-10-2016	х		х			
ПП 2	45-12-10-2016	х	х	х			
ПП 2	46-13-10-2016	х		х			
ПП 2	47-17-10-2016	х		х			
ПП 2	48-18-10-2016	х		х			
ПП 2	49-19-10-2016	х					
ПП 2	50-20-10-2016	х	х	х			
ПП 2	51-21-10-2016	х	х	х			
Общее количество (ПП1/ПП2)	50	50 (25/25)	32 (22/10)	46 (24/22)	1 (1/0)	15 (12/3)	3 (2/3)

**Примечания:** 1 данные, относящиеся к пробной площадке № 1 (ПП1 – фоновая зона), отмечены прямым шрифтом; 2 данные, относящиеся к пробной площадке № 2 (ПП2 – импактная зона), отмечены курсивом.

Распределение морфотипов по почвенным горизонтам в почвенных пробах представлено в табл. 3.

Таблица 3

Распределение морфотипов по почвенным горизонтам в почвенных пробах

Пробная площадка	Номер образца	Почвенные горизонты		
		A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B
ПП 2	8-05-10-2016		1, 2, 3	
ПП 2	9-04-10-2016		1, 3	
ПП 2	11-07-10-2016		1, 3	
ПП 1	19-28-06-2016	1, 2	1, 2, 3, 5	1, 2
ПП 1	20-29-06-2016	1, 2	1, 2, 3	
ПП 1	21-30-06-2016	1	1, 2, 3	
ПП 1	22-01-07-2016	1, 3	1, 2, 3, 5	
ПП 1	23-04-07-2016	1	1, 3, 4	
ПП 1	24-05-07-2016	1, 2, 3	1, 2, 3	
ПП 1	25-06-07-2016	1, 2	1, 2, 3, 5	
ПП 1	26-07-07-2016	1	1, 2, 3, 5	
ПП 1	27-08-07-2016	1	1, 2, 3	
ПП 1	28-11-07-2016	1, 2, 3	1, 2, 3, 5	
ПП 1	29-12-07-2016	1, 2, 3	1, 2	
ПП 1	30-13-07-2016	1, 2, 5, 6	1, 2	
ПП 1	31-14-07-2016	1, 2	1, 3, 5	
ПП 2	32-04-08-2016		1, 2, 3, 5	
ПП 2	33-08-08-2016		1, 3	
ПП 2	34-15-08-2016		1, 3	
ПП 2	35-16-08-2016		1	
ПП 2	36-19-08-2016		1, 3	
ПП 2	37-22-08-2016		1, 3	
ПП 2	38-23-08-2016		1, 3	
ПП 2	39-29-08-2016		1	
ПП 2	40-30-08-2016		1, 2, 3	
ПП 2	41-01-09-2016		1, 2, 3	
ПП 2	42-10-10-2016		1, 2, 3	
ПП 2	43-11-10-2016		1, 3	
ПП 2	44-11-10-2016		1, 3	

Окончание табл. 3

ПП 2	45-12-10-2016		1, 2, 3	
------	---------------	--	---------	--

ПП 2	46-13-10-2016		1, 3	
ПП 2	47-17-10-2016		1, 3	
ПП 2	48-18-10-2016		1, 3	
ПП 2	49-19-10-2016		1	
ПП 2	50-20-10-2016		1, 2, 3	
ПП 2	51-21-10-2016		1, 2, 3	

**Примечания:** 1 данные, относящиеся к пробной площадке № 1 (ПП1 – фоновая зона), отмечены прямым шрифтом; 2 данные, относящиеся к пробной площадке № 2 (ПП2 – импактная зона), отмечены курсивом; 3 морфотипы корневых окончаний отмечены следующими цифрами: simple – 1; monopodial-pinnate – 2; monopodial-pyramidal – 3; dichotomous – 4; irregularly pinnate – 5; coralloid – 6.

В фоновой зоне (ПП1) нами была измерена длина 44 образцов корневых окончаний из группы simple. Длина простых микориз приведена в табл. 4. Были получены различные варианты. Разница между наибольшим и наименьшим значениями варианта равна 2,47 мм.

Таблица 4

**Длина простых микориз, отобранных в фоновой зоне**

Номер образца	Длина корневого окончания	Номер образца	Длина корневого окончания
12-24-09-14	98,4 мм	45-12-10-16(1)	3,51 мм
30-13-07-16	111,8 мм	45-12-10-16(2)	3,66 мм
26-07-07-16(1)	3,75 мм	40-38-08-16(1)	2,88 мм
26-07-07-16(2)	3,86 мм	40-38-08-16(2)	3,85 мм
26-07-07-16(3)	3,57 мм	14-11-10-14	1,91 мм
18-28-06-16(1)	3,06 мм	24-05-07-16(1)	2,8 мм
18-28-06-16(2)	2,95 мм	24-05-07-16(2)	4,23 мм
3-29-09-14(1)	1,92 мм	24-05-07-16(3)	4,35 мм
3-29-09-14(2)	2,02 мм	31-14-07-16	2,25 мм
20-29-06-16(1)	2,38 мм	15-13-06-16(1)	2,77 мм
20-29-06-16(2)	2,42 мм	15-13-06-16(2)	2,71 мм
7-16-09-14	3,53 мм	15-13-06-16(3)	3,27 мм
22-01-07-16	3,95 мм	29-12-07-16(1)	3,28 мм
32-04-08-16(1)	3,58 мм	29-12-07-16(2)	3,35 мм
32-04-08-16(2)	2,39 мм	21-30-06-16(1)	3,75 мм
4-28-09-14(1)	2,16 мм	21-30-06-16(2)	3,19 мм
4-28-09-14(2)	2,19 мм	22-01-07-16	2,9 мм
50-20-10-16	3,77 мм	42-10-10-16	2,02 мм
16-15-06-16(1)	3,3 мм	40-30-08-16(1)	4,38 мм
16-15-06-16(2)	3,10 мм	40-30-08-16(2)	3,94 мм
16-15-06-16(3)	3,17 мм	41-01-09-16(1)	3,31 мм
22-01-07-16	2,02 мм	41-01-09-16(2)	3,34 мм
min значение		1,91 мм	
max значение		4,38 мм	
Среднее значение		3,16 мм	

Значения величин измеренных нами образцов не отличаются особой вариативностью. Для образования 2–3 классов размеры их должны быть примерно 1,235 мм. В результате нами было выделено 3 класса: 1,235–2,470 мм; 2,471–3,705 мм; 3,706–4,935 мм.

На правильное построение шкалы для классов следует обращать особое внимание. Во-первых, необходимо чтобы величина классового промежутка была всегда одной и той же. Во-вторых, границы классов должны быть намечены таким образом, чтобы одна и та же цифра не повторялась в двух классах. Например, если первый класс заканчивается величиной 2,470 мм, то следующий класс должен начинаться со следующей по порядку цифры – 2,471 мм.

Если же один класс будет охватывать значения варианта от 1,235–2,470 мм включительно, а другой – от 2,470–3,705 мм, то будет возникать сомнение, к какому классу отнести образец с величиной 2,470 мм. Если же один класс будет охватывать значения варианта от 1,235–2,470 мм включительно, а следующий класс – от 2,471–3,705 мм, то разноска варианта по намеченным классам не будет вызывать затруднений.

Данные по распределению размеров образцов корневых окончаний по классам представлены в табл. 5.

Таблица 5

Распределение размеров образцов корневых окончаний по классам

Классы, мм	Частоты
1,235–2,470	12
2,471–3,705	22
3,706–4,935	10
$i=1,235$ мм	$n=44$

Примечания: 1  $i$  – величина классового промежутка; 2  $n$  – число образцов.

Характер изменчивости: количественный. Тип изменчивости: непрерывный. Разница между наибольшим и наименьшим значениями вариантов:  $4,38-1,91=2,47$  мм. Среднее значение длины корневого окончания из группы simple равно 3,160 мм. Длина корневых окончаний большинства образцов варьирует в пределах 2,471–3,705 мм.

В импактной зоне (ПП2) нами была измерена длина 50 образцов корневых окончаний из группы simple. Длина простых микориз приведена в табл. 6.

Таблица 6

Длина простых микориз, отобранных в импактной зоне

Номер образца	Длина корневого окончания	Номер образца	Длина корневого окончания
3-29-09-2014	0,60 мм	26-07-07-2016(2)	0,99 мм
4-28-09-2014	1,06 мм	26-07-07-2016(3)	1,40 мм
5-07-15-2014(1)	0,42 мм	30-13-07-2016(1)	1,54 мм
5-07-05-14(2)	0,46 мм	30-13-07-2016(2)	1,29 мм
8-05-10-2016(1)	1,53 мм	30-13-07-2016(3)	1,70 мм
8-05-10-2016(2)	1,38 мм	30-13-07-2016(4)	1,50 мм
8-05-10-2016(3)	1,44 мм	30-13-07-2016(5)	1,18 мм
8-05-10-2016(4)	1,41 мм	32-04-08-2016(1)	1,78 мм
9-04-10-2016(1)	1,30 мм	32-04-08-2016(2)	1,65 мм
9-04-10-2016(2)	1,32 мм	34-15-08-2016(1)	0,57 мм
10-29-09-2014(1)	0,70 мм	34-15-08-2016(2)	0,62 мм
10-29-09-2014(2)	0,67 мм	38-23-08-2016(1)	0,67 мм
12-24-09-2014	0,39 мм	38-23-08-2016(2)	0,69 мм
16-15-06-2016(1)	2,57 мм	43-11-10-2016	0,27 мм
16-15-06-2016(2)	2,37 мм	45-12-10-2016(1)	1,57 мм
18-28-06-2016(1)	2,22 мм	45-12-10-2016(2)	1,31 мм
18-28-06-2016(2)	2,26 мм	46-13-10-2016(1)	0,51 мм
18-28-06-2016(3)	2,07 мм	46-13-10-2016(2)	0,56 мм
18-28-06-2016(4)	1,97 мм	46-13-10-2016(3)	0,49 мм
18-28-06-2016(5)	1,79 мм	47-17-10-2016(1)	0,73 мм
18-28-06-2016(6)	2,87 мм	47-17-10-2016(2)	0,82 мм
20-29-06-2016(1)	1,74 мм	48-18-10-2016 (1)	0,32 мм
20-29-06-2016(2)	1,84 мм	48-18-10-2016(2)	0,25 мм
20-29-06-2016(3)	1,72 мм	50-20-10-2016(1)	0,93 мм
26-07-07-2016(1)	1,95 мм	50-20-10-2016(2)	0,89 мм
min значение		0,27 мм	
max значение		2,87 мм	
Среднее значение		1,228 мм	

Были получены различные варианты. Разница между наибольшим и наименьшим значениями вариантов равна 2,6 мм. Чтобы иметь примерно 8–9 классов, их длины должны быть примерно 0,325 мм. В таком случае можно наметить следующие классы: 0,250–0,575 мм; 0,576–0,901 мм; 0,902–1,227 мм; 1,228–1,553 мм; 1,554–1,879 мм; 1,880–2,205 мм; 2,206–2,531 мм; 2,532–2,857 мм; 2,858–3,183 мм.

На правильное построение шкалы для классов следует обращать особое внимание. Во-первых, необходимо чтобы величина классового промежутка была всегда одной и той же. Во-вторых, границы классов должны быть

намечены таким образом, чтобы одна и та же цифра не повторялась в двух классах. Например, если первый класс заканчивается величиной 0,575 мм, то следующий класс должен начинаться со следующей по порядку цифры – 0,576 мм.

Если же один класс будет охватывать значения варианта от 0,250–0,575 мм включительно, а другой – от 0,575–0,901 мм, то будет возникать сомнение, к какому классу отнести образец с величиной 0,575 мм. Если же один класс будет охватывать значения варианта от 0,250–0,575 мм включительно, а следующий класс – от 0,576–0,901 мм, то разноска варианта по намеченным классам не будет вызывать затруднений.

Характер изменчивости: количественный. Тип изменчивости: непрерывный. Разница при наибольшем и наименьшем значениях вариантов:  $2,87 - 0,27 = 2,6$  мм.

Данные по распределению размеров образцов корневых окончаний по классам представлены в табл. 7.

Таблица 7

**Распределение размеров образцов корневых окончаний по классам**

Классы, мм	Частоты
0,250–0,575	11
0,576–0,901	8
0,902–1,227	4
1,228–1,553	11
1,554–1,879	8
1,880–2,205	3
2,206–2,531	3
2,532–2,857	1
2,858–3,183	1
$i=0.325$ мм	$n=50$

Примечания: 1  $i$  – величина классового промежутка; 2  $n$  – число образцов.

Среднее значение длины корневого окончания из группы simple равно 1,228 мм. Длина корневых окончаний большинства образцов варьирует в пределах 0,250–0,575 мм и 1,228–1,553 мм.

Значения биомассы почвенных проб с учетом почвенных горизонтов представлены в табл. 8.

Таблица 8

**Биомасса корневых окончаний в почвенном профиле в фоновой зоне**

Номер образца почвенной пробы	Биомасса пробы				Номер образца почвенной пробы	Биомасса пробы			
	Почвенные горизонты			Общая биомасса в г		Почвенные горизонты			Общая биомасса в г
	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B			A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B	
82-29-06-2017	0,56	0,62	0,2	1,38	104-05-07-2017	1,06	0,24	0	1,3
83-29-06-2017	5,54	1,85	0	7,39	105-05-07-2017	0,76	0,49	0,05	1,3
84-29-06-2017	1,94	0,86	1,5	4,3	106-05-07-2017	0,05	1,04	0,22	1,31
85-30-06-2017	1,35	0,09	0	1,44	107-05-07-2017	0,32	0,17	0,24	0,73
86-30-06-2017	2,01	0,57	0,43	3,01	108-05-07-2017	0,4	0,74	0,57	1,71
87-30-06-2017	0,59	0,55	0,67	1,81	109-05-07-2017	0,48	0,16	0,3	0,94
88-30-06-2017	1,01	0,68	1,46	3,15	110-05-07-2017	0,64	1,32	0,19	2,15
89-30-06-2017	0,58	0,66	0,13	1,37	111-05-07-2017	0,25	0,1	0,17	0,52
90-04-07-2017	1,04	1,25	0,31	2,6	112-06-07-2017	0,72	1,78	0,92	3,42
91-04-07-2017	1,93	1,22	0,43	3,58	113-06-07-2017	0,67	0,7	0,37	1,74
92-04-07-2017	1,06	0,98	0,35	2,39	114-06-07-2017	0,79	0,31	0,28	1,38
93-04-07-2017	1,65	0,32	0,03	2	115-06-07-2017	0,83	1,92	0	2,75
94-04-07-2017	0,89	0,6	0,29	1,78	116-06-07-2017	0,78	0,59	0,26	1,64
95-04-07-2017	2,25	1,47	0,88	4,6	117-07-07-2017	0,2	0,35	0,52	1,07
96-04-07-2017	0,99	1,29	0,15	2,43	118-07-07-2017	0,28	1,07	0	1,35
97-04-07-2017	1,18	1,57	0,19	2,94	119-07-07-2017	0,22	0,48	0,24	0,94
98-04-07-2017	1,7	0,86	0,31	2,87	120-07-07-2017	0,67	0,34	0,13	1,11
99-04-07-2017	1,44	1,71	0,09	3,24	121-07-07-2017	0,97	0,97	0,33	2,27
100-05-07-2017	3	0,7	0,27	3,97	122-07-07-2017	0,94	0,12	0,11	1,17
101-05-07-2017	0,46	0,65	0,16	1,27	123-07-07-2017	0,8	0,09	0,25	1,14
102-05-07-2017	0,3	0,18	0,08	0,56	124-07-07-2017	0,33	0,41	0,34	1,08
103-05-07-2017	0,58	0,11	0	0,69	Среднее значение	1,03	0,75	0,31	2,09

Средняя биомасса в почвенном профиле выборки равна 2,09 грамма. Наибольшее среднее значение биомассы наблюдается в A<sub>0</sub> почвенном горизонте, наименьшее – в A<sub>2</sub>B горизонте, всего 0,31 г. Большое количе-

ство микоризных окончаний тонких корней в  $A_0$  в значительной степени подвержено резким колебаниям абиотических факторов: температуры и влажности. Резкие колебания таких значений ведут к сезонной гибели значительного количества микоризных окончаний, что негативно сказывается на минеральном питании древесных растений. Здесь нужно отметить, что грибной компонент присутствует по всему почвенному профилю, во всех почвенных горизонтах и соответственно представлен большим разнообразием экологических групп.

Значения биомассы почвенных проб с учетом почвенных горизонтов приведены в табл. 9.

Таблица 9

**Биомасса корневых окончаний в почвенном профиле в импактной зоне**

Номер образца почвенной пробы	Биомасса пробы				Номер образца почвенной пробы	Биомасса пробы			
	Почвенные горизонты			Общая биомасса в г		Почвенные горизонты			Общая биомасса в г
	$A_0$	$A_1$	$A_2B$			$A_0$	$A_1$	$A_2B$	
8-05-10-2016	0	2,15	0	2,15	61-20-06-2017	0	0,94	0,33	1,27
9-04-10-2016	0	1,98	0	1,98	62-20-06-2017	0	0,24	0	0,24
11-07-10-2016	0	2,64	0	2,64	63-20-06-2017	0	0,84	0	0,84
42-10-10-2016	0	2,55	0	2,55	64-21-06-2017	0	0,51	0	0,51
43-11-10-2016	0	1,92	0	1,92	65-21-06-2017	0	0,23	0	0,23
44-11-10-2016	0	0,79	0	0,79	66-21-06-2017	0	0,29	0	0,29
45-12-10-2016	0	4,76	0	4,76	67-21-06-2017	0	0,31	0,03	0,34
46-13-10-2016	0	1,72	0	1,72	68-21-06-2017	0	0,27	0	0,27
47-17-10-2016	0	1,06	0	1,06	69-21-06-2017	0	0,75	0	0,75
48-18-10-2016	0	0,64	0	0,64	70-22-06-2017	0	0,48	0,08	0,56
49-19-10-2016	0	1,05	0	1,05	71-22-06-2017	0	0,39	0	0,39
50-20-10-2016	0	2,16	0	2,16	72-22-06-2017	0	0,25	0	0,25
51-21-10-2016	0	1,09	0	1,09	73-22-06-2017	0	1,73	0	1,73
52-19-06-2017	0	1,64	0	1,64	74-22-06-2017	0	1,47	0	1,47
53-19-06-2017	0	1,1	0	1,1	75-23-06-2017	0	0,1	0	0,1
54-19-06-2017	0	0,92	0,05	0,97	76-23-06-2017	0	0,33	0	0,33
55-19-06-2017	0	0,63	0	0,63	77-23-06-2017	0	1,14	0	1,14
56-19-06-2017	0	0,65	0	0,65	78-23-06-2017	0	0,39	0	0,39
57-19-06-2017	0	1,1	0	1,1	79-23-06-2017	0	0,71	0	0,71
58-20-06-2017	0	1,07	0	1,07	80-23-06-2017	0	0,32	0	0,32
59-20-06-2017	0	0,35	0	0,35	81-23-06-2017	0	0,88	0,3	1,18
60-20-06-2017	0	0,26	0	0,26	Среднее значение	0	1,04	0,79	1,06

Средняя биомасса в почвенном профиле выборки равна 1,06 грамма. Наибольшее среднее значение биомассы наблюдается в  $A_1$  почвенном горизонте, наименьшее – в  $A_0$  горизонте, 0 г. Вся основная биомасса тонких корней с микоризными окончаниями сосредоточена в гумусовом горизонте  $A_1$ . Гумусовый горизонт в меньшей степени подвержен резким воздействиям абиотических факторов. Но экологическая структура грибного компонента не может быть представлена в данном случае большим разнообразием.

**Фоновая зона (ПП1).** Горизонт  $A_0$  характеризуется небольшим разнообразием морфотипов корневых окончаний. Наибольшее распространение получили группы simple и monopodial-pinnate. Визуально наблюдается значительное количество отмерших корневых окончаний с темным оттенком.

Наибольшее разнообразие морфотипов корневых окончаний наблюдается в горизонте  $A_1$ , где выявлены все встречающиеся у *Picea abies* группы.

Среднее значение длины простых микориз из группы simple равно 3,16 мм. Наибольшее количество рассмотренных образцов имело длину в интервале 2,471–3,705 мм (22 образца).

Средняя биомасса тонких корней с микоризными корневыми окончаниями равна 2,09 г по всему почвенному профилю. Наибольшая средняя биомасса сосредоточена в  $A_0$  горизонте (средняя биомасса равна 1,03 г), который подвержен резким колебаниям значений абиотических факторов окружающей среды, что приводит к периодической сезонной гибели значительной части микориз.

**Импактная зона (ПП2).** Горизонт  $A_0$  деградирован и не играет существенной роли в формировании микоризных корневых окончаний. Основное значение в формировании микоризных корневых окончаний играет горизонт  $A_1$ . Нужно отметить, что в данном почвенном горизонте встречается ограниченный набор морфотипов микоризных корневых окончаний: simple, monopodial-pinnate, monopodial-pyramidal.

Среднее значение длины простых микориз из группы simple равно 2,87 мм. Наибольшее количество рассмотренных образцов имело длину в интервале 0,250–0,575 мм (11 образцов) и 1,228–1,553 мм (11 образцов).

Средняя биомасса тонких корней с микоризными корневыми окончаниями равна 1,06 г по всему почвенному профилю. Наибольшая средняя биомасса сосредоточена в  $A_1$  горизонте (средняя биомасса равна 1,04 г), который менее

подвержен колебаниям значений абиотических факторов. Функциональная корневая система *Picea abies* в основном локализована в более глубоких почвенных горизонтах, что защищает ее от воздействия резких колебаний абиотических факторов окружающей среды. Наблюдается незначительная сезонная гибель микоризных корневых окончаний.

**Заключение.** Вся функционально значимая корневая система *Picea abies* сосредоточена в верхнем слое почвы.

Разнообразие морфотипов корневых окончаний тесно связано с видовым составом грибного компонента. Основное видовое разнообразие грибного компонента в корневых окончаниях, а значит и разнообразие экологических групп грибного компонента, сосредоточено в горизонте  $A_1$ . Отсюда не следует, что основная биомасса тонких корней с микоризными окончаниями локализована именно в горизонте  $A_1$ . Вся функциональная часть корневой системы *Picea abies* зависит от разнообразия морфотипов, видового состава грибного компонента микоризных окончаний, а также от биомассы тонких корней в том или ином почвенном горизонте.

Экспериментально доказан факт уменьшения длины простых микоризных окончаний в импактной зоне (ПП2) по сравнению с фоновой (ПП1), что ведет к снижению функциональных возможностей тонких корней *Picea abies*.

Зафиксирован факт уменьшения средней биомассы тонких корней с микоризными окончаниями по всему почвенному профилю в импактной зоне (ПП2) по сравнению с фоновой (ПП1). Это ведет к уменьшению функциональной части корневой системы *Picea abies*. Но в импактной зоне (ПП2) вся функциональная часть корневой системы сосредоточена в более глубоких почвенных горизонтах, что ведет к меньшей сезонной гибели микориз, и это можно считать компенсаторным механизмом в плане сохранения функциональной части корневой системы Ели обыкновенной в нарушенных местах ее существования. Данное явление можно использовать при создании технологий культивирования еловых лесных насаждений на почвах с нарушенным почвенным профилем.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БРФФИ № Б16-147 «Реакция эктомикориз хвойных на техногенное загрязнение природных экосистем Белорусского Поозерья».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Селиванов, И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И.А. Селиванов. – М., Наука, 1981. – 232 с.
2. Смит, С.Э. Микоризный симбиоз / С.Э. Смит, Д.Дж. Рид; пер. с англ. Е.Ю. Ворониной. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 776 с.
3. Suvi, T. Ectomycorrhizal fungal diversity of birch in Tagamoisa wooded meadow and the adjacent forest. Master of Science Thesis / T. Suvi. – Tartu, 2005. – 46 p.
4. Ishida, T.A. Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed conifer-broadleaved forests / T.A. Ishida, K. Nara, T. Hogetsu // New Phytol. – 2007. – Vol. 174. – P. 430–440.
5. Walbert, K. Ectomycorrhiza of *Pinus radiata* (D. Don 1836) in New Zealand – an above – and belowground assessment / K. Walbert, T.D. Ramsfield, H.J. Ridgway, E.E. Jonaes // Australasian Mycologist. – 2010. – Vol. 29. – P. 7–16.
6. Smith, S.E. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales / S.E. Smith, F.A. Smith // Ann. Biol. – 2011. – Vol. 62. – P. 227–250.
7. Якушко, О.Ф. Геоморфология: учебник для студентов высш. учеб. заведений по специальностям «География», «Геоэкология» / О.Ф. Якушко, Ю.Н. Емельянов, Д.Л. Иванов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 320 с.
8. Blaschke, H. Einfluss von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln von Fichten / H. Blaschke // Forstw. Cbl. – 1986. – Bd. 105. – H. 4. – S. 324–329.
9. Kocourek, R. Fine root and mycorrhizal biomass in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Forest stands under different pollution stress / R. Kocourek, A. Bystřičan // Ecological and applied aspects of ecto- and endomycorrhizal associations. – 1989. – Pt. 1. – P. 235–242.
10. Веселкин, Д.В. Морфологическая изменчивость и адаптивное значение эктомикориз хвойных (Pinaceae Lindl.): дис. ... д-ра биол. наук / Д.В. Веселкин. – Екатеринбург, 2013. – 491 с.

#### REFERENCES

1. Selivanov I.A. *Miksimbiotrofizm kak forma konsortivnykh svyazei v rastitel'nom pokrove Sovetskogo Soyuzu* [Mycosymbiotrofism as a Form of Consort Links in the Vegetation Cover of the Soviet Union], Moscow, Nauka, 1981, 232 p.
2. Smith S.E., Read D.J. *Mikorizni simbioz* [Mycoriz Symbiosis], Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdani KMK, 2012, 776 p.
3. Suvi, T. Ectomycorrhizal fungal diversity of birch in Tagamoisa wooded meadow and the adjacent forest. Master of Science Thesis / T. Suvi. – Tartu, 2005. – 46 p.
4. Ishida, T.A. Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed conifer-broadleaved forests / T.A. Ishida, K. Nara, T. Hogetsu // New Phytol. – 2007. – Vol. 174. – P. 430–440.
5. Walbert, K. Ectomycorrhiza of *Pinus radiata* (D. Don 1836) in New Zealand – an above – and belowground assessment / K. Walbert, T.D. Ramsfield, H.J. Ridgway, E.E. Jonaes // Australasian Mycologist. – 2010. – Vol. 29. – P. 7–16.
6. Smith, S.E. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales / S.E. Smith, F.A. Smith // Ann. Biol. – 2011. – Vol. 62. – P. 227–250.
7. Yakushko O.F., Yemeljanov Yu.N., Ivanov D.L. *Geomorfologiya: uchebnik dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii po spetsialnostiam «Geografija», «Geoekologija»* [Geomorphology: University Student Textbook], Minsk, IVTs Minfina, 2011, 320 p.
8. Blaschke, H. Einfluss von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln von Fichten / H. Blaschke // Forstw. Cbl. – Bd. 105. – H. 4. – 1986. – S. 324–329.
9. Kocourek, R. Fine root and mycorrhizal biomass in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Forest stands under different pollution stress / R. Kocourek, A. Bystřičan // Ecological and applied aspects of ecto- and endomycorrhizal associations. – 1989. – Pt. 1. – P. 235–242.
10. Veselkin D.V. *Morfologicheskaya izmenchivost i adaptivnoye znachenije ektomikoriz khvoynikh (Pinaceae Lindl.) Dissertatsiya na soiskaniye uchenoi stepeni doktora biologicheskikh nauk* [Morphological Changeability and Adaptive Significance of *Pinaceae* Lindl., Dr.Sc. (Biology) Dissertation], Yekaterinburg, 2013, 491 p.

Поступила в редакцию 30.03.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: pavel\_kolmakov@list.ru – Колмаков П.Ю.

# Научно-медицинский контроль за здоровьем спортсменов, обучающихся в университете

Н.М. Медвецкая

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

*В научной работе представлены данные исследования студентов факультета физической культуры и спорта университета, спортивная деятельность которых направлена на достижение высоких результатов и требует индивидуального подхода не только к организации тренировочного процесса.*

*Цель исследования – выявить и научно обосновать адаптационную перестройку структур сердца студентов при систематической мышечной деятельности, оценить и дать заключение о состоянии здоровья спортсменов.*

**Материал и методы.** *В исследовании приняли участие студенты факультета физической культуры и спорта учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» (в количестве 40 человек) в 2016 и 2017 годах на базе Витебского областного диспансера спортивной медицины. Использовались методики электрокардиографии и эхокардиографии.*

**Результаты и их обсуждение.** *В наших исследованиях методикой эхокардиографии достоверно выявлено 11 случаев наличия пролапсов митрального клапана (ПМК). Все они отнесены к первой степени пролабирования передней створки (до 6 мм). Несмотря на то, что значительная степень пролапса обычно сопровождается регургитацией (обратный ток) из левого желудочка в левое предсердие, в наших исследованиях выявлено наличие у 3 студентов только 1 степени митральной регургитации. Такой существенной патологии, как аортальная регургитация (на аортальном клапане), не наблюдалось.*

*Спортсмены жалоб не предъявляли, регулярно получали физические нагрузки в секциях и участвовали в соревнованиях, что дало возможность рассматривать эту патологию как не истинную.*

**Заключение.** *Многолетняя спортивная тренировка влияет на функциональное состояние спортсмена, в частности, на сердечно-сосудистую систему, вызывая при этом адаптацию к ней (формирование «физиологически спортивного сердца»).*

**Ключевые слова:** *контроль, здоровье, эхокардиография, центральная гемодинамика, спортсмены, университет.*

## Scientific Medical Control of University Student Health

N.M. Medvetskaya

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*The paper presents research data of Physical Training Faculty students, sports activity of which is aimed at achieving high results and requires an individual approach not only to the organization of the training process.*

*The purpose of the study is to identify and scientifically substantiate the adaptive restructuring of the heart structures of students in systematic muscular activity, to evaluate and conclude about the state of their health.*

**Material and methods.** *Forty Physical Training Faculty students of Vitebsk State University in 2016 and in 2017 participated in the research at Vitebsk Regional Clinic of Sports Medicine with the application of modern and fairly informative techniques of electrocardiography and echocardiography.*

**Findings and their discussion.** *In our studies, the method of echocardiography reliably revealed 11 cases of mitral valve prolapse (PMC). All of them are related to the first degree of prolapse of the anterior valve (up to 6 mm). Despite the fact that a significant degree of prolapse is usually accompanied by regurgitation (reverse current) from the left ventricle in the LP, in our studies, the presence in 3 students of only 1 degree of mitral regurgitation was revealed. Such a significant pathology as aortic regurgitation (on the aortic valve) was not observed.*

*Athletes did not complain, they were regularly engaged in physical activities in the sections and participated in competitions, which makes it possible to treat this pathology as not true.*

**Conclusion.** *The results obtained contributed to the assertion that long-term sports training influences the functional condition of the athlete, in particular, the cardiovascular system, while at the same time adapting to it (forming a «physiologically athletic heart»).*

**Key words:** *control, health, echocardiography, central hemodynamics, athletes, university.*

**С**портивная деятельность, направленная на достижение высоких результатов, требует индивидуального подхода не только к организации тренировочного процесса, режима труда и отдыха спортсменов, но и оценки состояния их здоровья и своевременной профилактики нарушений различных систем организма.

Несмотря на то, что спортом занимаются, как правило, люди молодого возраста, а высококвалифицированных спортсменов считают наиболее здоровой частью общества, нельзя исключить возникновение у них различных патологий, причиной которых являются большие физические нагрузки во время проведения тренировочных занятий и соревнований.

Кроме того у спортсменов, проходящих обучение в учреждениях образования, присутствует ежедневное высокое постоянное эмоциональное напряжение во время занятий и экзаменационных сессий. Подготовка к занятиям и теоретическое изучение учебного материала по специальным учебным программам курса требуют значительного времени, часто в ущерб полноценному отдыху, и при спортивной деятельности могут наблюдаться различные нарушения и патологические изменения в функционировании систем организма студентов [1].

Это объясняется тем, что большие физические нагрузки, которым подвергается спортсмен, сопровождаются функциональными, структурными, морфологическими и другими изменениями во внутренних органах, опорно-двигательном аппарате и организме в целом.

К функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы спортсменов предъявляются высокие требования. Адаптационные изменения при занятиях профессиональным спортом обозначают в медицинской литературе термином «спортивное сердце». Высокое функциональное состояние физиологического «спортивного сердца» следует расценивать как проявление долговременной адаптационной реакции, обеспечивающей осуществление ранее недоступной по своей интенсивности физической работы [2].

Как известно, в процессе регулярной спортивной тренировки развиваются функциональные приспособительные изменения в работе сердечно-сосудистой системы, которые подкрепляются морфологической перестройкой («структурный след», по определению Ф.З. Меерсона) аппарата кровообращения и некоторых внутренних органов. Эти адаптационные механизмы обеспечивают системе кровообращения высокую работоспособность.

В то же время приблизительно у 40% атлетов из-за несоответствия интенсивности физических и эмоциональных нагрузок возможностям организма изменения из разряда адаптационных переходят в ранг патологических, что, по мнению Э.В. Земцовского (1995), отражает развитие самостоятельного заболевания – «стрессорной кардиомиопатии».

В этой связи одним из важнейших направлений физиологических исследований является комплексная, синтетическая оценка функционального состояния организма человека в норме и при начальных проявлениях патологии.

Цель данного исследования – выявить и научно обосновать адаптационную перестройку структур сердца студентов при систематической мышечной деятельности, оценить и дать заключение о состоянии здоровья и функциональном состоянии спортсменов.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- выявить направленность формирования адаптационной перестройки сердечно-сосудистой системы спортсменов;
- оценить и дать заключение о состоянии здоровья и функциональном состоянии студентов, систематически имеющих физические нагрузки при занятиях спортивной деятельностью.

**Материал и методы.** В исследовании приняли участие студенты факультета физической культуры и спорта учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» (в количестве 40 человек) в 2016 и 2017 годах на базе Витебского областного диспансера спортивной медицины. Использовались современные и достаточно информативные методики электрокардиографии и эхокардиографии.

Спортивная специализация – легкая атлетика (студенты с высокой квалификацией – 15 человек). Студенты получали специальные физические нагрузки по учебным программам на факультете и повышали спортивное мастерство после обучения в университете в спортивных залах и на стадионе. Средний возраст испытуемых составляет 19–20 лет, стаж занятий в спортивных секциях – 10 лет.

Для изучения данного вопроса нами были использованы следующие методы исследования: анализ и обобщение научно-методической литературы, методы математической статистики.

В покое ЭКГ регистрировали в положении лежа в 12 отведениях: трех стандартных (I, II и III), трех усиленных однополюсных отведениях от конечностей и шести однополюсных грудных. Этот комплекс отведений дает наиболее полную информацию об электрической активности сердца [3; 4].

Существенную роль в изучении адаптационных процессов, возникающих в сердце в ответ на спортивные тренировки, сыграли исследования, проведенные с помощью метода эхокардиографии.

Основной метод диагностики – двухмерная эхокардиография (ЭхоКГ). Использовались М- и В-режимы всех торакальных доступов эхокардиографа SONOSCAPE (SSI–6000) в отделении функциональной диагностики диспансера спортивной медицины.

По общепринятой методике определяли размеры полостей различных камер сердца, толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка [5].

**Результаты и их обсуждение.** В состоянии покоя почти у всех спортсменов исследовался правильный синусовый ритм (в 80%), в ряде случаев (15%) – синусовая аритмия, обусловленная актом дыхания. Длительность предсердно-желудочковой проводимости находилась в пределах нормальных границ, установленных для здоровых людей, и при нарастании уровня тренированности имеет место тенденция к удлинению интервала, не превышающему верхней границы нормы. Эта тенденция проявляется, как правило, наряду с замедлением ритма сердечных сокращений.

На основании полученных данных исследований методикой эхокардиографии рассчитали групповые величины показателей морфометрии и центральной гемодинамики у мужчин и женщин [6]. Изучались показатели ЦГД: ударный объем крови – УО (мл); минутный объем кровообращения – МОК (мл/мин); сердечный индекс – СИ (л/мин/м<sup>2</sup>); фракция изгнания – ФИ (отношение ударного объема крови к диастолическому объему левого желудочка) и средняя скорость укорочения волокон миокарда (ФУ) в процентах (показатели насосной функции сердца).

Таблица 1

**Показатели центральной гемодинамики (ЦГД) у студентов**

Группы	Показатели							
	КДО, мл	КСО, мл	УО, мл	ФВ, %	МО, л/мин	ФУ, %	СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	Р
Мужчины (n=20)	125,15 (±18,34)	42,7 (±6,77)	81,95 (±6,92)	69,20 (±6,01)	6,20 (±1,24)	37,75 (±3,92)	3,64 (±0,49)	<0,05
Женщины (n=20)	95,70 (±8,07)	32,45 (±7,08)	66,80 (±7,18)	70,60 (±3,55)	3,89 (±1,01)	40,85 (±3,25)	2,91 (±0,43)	<0,05

Результаты исследований подтверждают, что у спортсменов имеется небольшое симметричное утолщение стенки левого желудочка в сочетании с увеличенными конечно-диастолическими размерами и конечно-диастолическими объемами (КДО) и, в меньшей степени, конечно-систолическими объемами (КСО) у мужчин и у женщин. Конечно-диастолический объем (КДО) как мера дилатации «спортивного сердца» колеблется у спортсменов в широких пределах. Он изменяется в пределах 95 мл у женщин и 140 мл у мужчин в зависимости от степени тренированности, в то время как у нетренированных мужчин – в пределах 80–110 мл.

Характерно, что некоторой критической величины (160 мл), превышение которой свидетельствует о наличии выраженной дилатации желудочка, не наблюдалось.

Известно, что функции «спортивного сердца» улучшаются по мере прогрессирования гипертрофии левого желудочка и увеличения объема его полости, но до определенного предела. Когда эти величины доходят до выраженной степени, появляются изменения в сократительной функции.

При этом важно обратить внимание, что как в этом, так и в других многочисленных исследованиях масса миокарда (ММЛЖ) и размеры левого желудочка у значительной части спортсменов не выходили за пределы допустимых колебаний среднестатистических показателей (табл. 2).

В настоящее время большое значение придается определению относительных величин, т.е. отнесенных на поверхность тела обследуемого.

Проведен анализ относительных показателей величины массы миокарда и размеров полости левого желудочка, который наглядно отражает преобладание процессов гипертрофии миокарда (ММЛЖ) над расширением полостей сердца (КДО) (табл. 2).

В то же время нами отмечен факт наличия у студентов значительного количества аномально расположенных хорд и заключения «ПМК».

Соотношения величины массы миокарда и объемов левого желудочка

Группы	Показатели			
	ММЛЖ, г	ИМ, г/см <sup>2</sup>	КДО/ММЛЖ, мл/г	P
Мужчины (n=20)	151,40(±10,84)	89,21 (±6,98)	0,98 (±0,04)	<0,05
Женщины (n=20)	127,15 (±7,04)	77,92 (±4,52)	0,86 (±0,02)	<0,05

В исследованиях методикой эхокардиографии пролабирование митрального клапана (ПМК) – это систематическое выбухание створок клапана в полость левого предсердия, что является одной из самых распространенных патологий клапанного аппарата (рис. 1).



Рис. 1. Визуализация пролапса митрального клапана (ПМК).

В зависимости от глубины провисания створок различают три степени: I – от 3 до 6 мм; II – от 6 до 9 мм; III – более 9 мм. Проллапс митрального клапана классифицируется по степени регургитации (обратного заброса крови), определяемой с помощью УЗИ сердца с доплером:

**1 степень** – обратная струя крови в левом предсердии остается на уровне створок клапана;

**2 степень** – струя крови возвращается до половины предсердия;

**3 степень** – обратный заброс крови заполняет все предсердие.

Существует мнение, что ПМК может выявляться и у здоровых людей (например, в результате врожденного удлинения хорды одной из створок клапана). В наших исследованиях методикой эхокардиографии достоверно выявлено только 11 случаев наличия пролапсов митрального клапана (ПМК). Все они отнесены к первой степени пролабирования передней створки (до 6 мм). Несмотря на то, что значительная степень пролапса обычно сопровождается регургитацией (обратный ток) из ЛЖ в ЛП, в наших исследованиях выявлено наличие у 3 студентов только 1 степени митральной регургитации. Такой существенной патологии, как аортальная регургитация (на аортальном клапане), не наблюдалось.

Спортсмены жалоб не предъявляли, регулярно получали физические нагрузки в секциях и участвовали в соревнованиях, что дает возможность рассматривать эту патологию как не истинную. Характерно, что наибольший процент наличия ПМК выявлен у мужчин.

Нами установлено, что значительно чаще, чем пролабирование створок, встречается такое нарушение в строении сердца, как добавочная (дополнительная) хорда левого желудочка. В имеющейся научной литературе есть и другие определения данного термина: ложная, ныряющая, аномально расположенная [7]. Данные образования – это геометрические хорды, пересекающие полость левого желудочка в продольном или поперечном направлениях.

Дополнительная хорда в сердце – это не что иное, как дополнительное соединительнотканное образование, встречающееся в полости чаще левого желудочка, и в большинстве случаев не несущее значимой

гемодинамической нагрузки (то есть не нарушающее функцию сердца). Относится к малым аномалиям развития сердца.

В зависимости от расположения в желудочке различают продольные, диагональные и поперечные хорды (последние встречаются реже). Продольные и диагональные не мешают продвижению крови по камерам сердца (это гемодинамически незначимые хорды), поперечные же могут оказаться гемодинамически значимыми – создавать препятствие потоку крови, что сказывается на работе сердечной мышцы в целом.

Также поперечные хорды в очень редких случаях могут быть отнесены к провоцирующим факторам, то есть способны вызывать в более взрослом возрасте нарушения сердечного ритма.

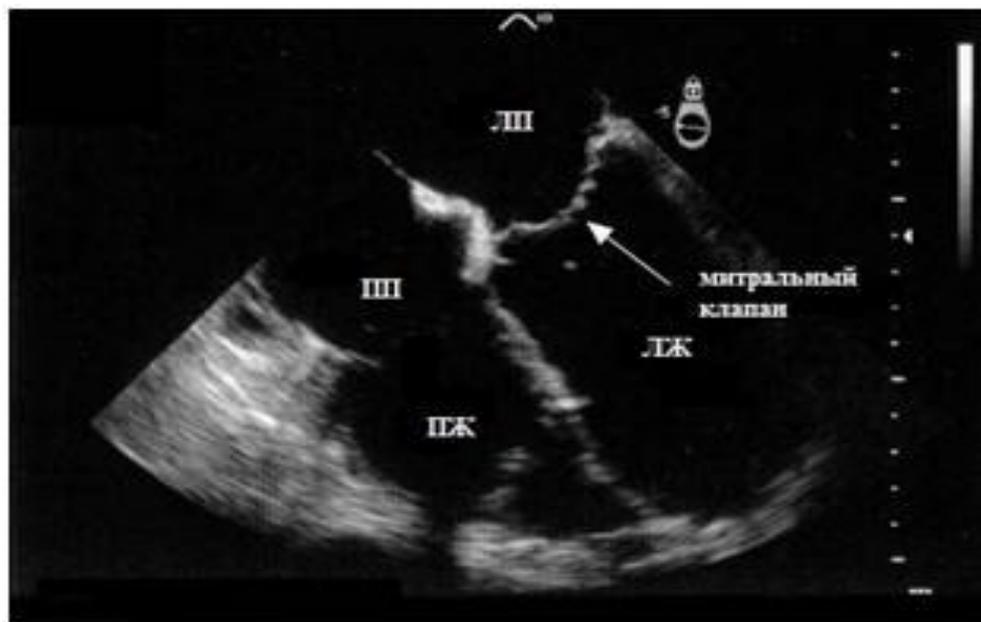


Рис. 2. ЭхоКГ (УЗИ сердца) – «золотой стандарт» в диагностике дополнительной хорды сердца.

По данным исследований у 8 студентов диагностированы единичные и у 3 – множественные аномально расположенные хорды, которые клинически не проявлялись.

**Заключение.** Анализ показателей центральной гемодинамики методикой эхокардиографии у студентов, систематически имеющих физические нагрузки во время обучения в университете и повышающих свое спортивное мастерство, способствует выявлению у них как индивидуальных критериев адаптации, так и групповых закономерностей. Сущность морфологических изменений сердца, связанных с воздействием спорта, сводилась в большей степени к умеренной гипертрофии и расширению полостей сердца.

В исследованиях сердца студентов методикой эхокардиографии выявлено наличие 11 случаев нарушения морфологии в виде пролапсов митрального клапана (ПМК). Все они отнесены к первой степени пролабирувания передней створки (до 6 мм). Спортсмены жалоб не предъявляли, регулярно получали физические нагрузки в секциях и участвовали в соревнованиях.

Нами получен факт значительного присутствия (у 15% обследованных) аномально расположенных «дополнительных» хорд, которые, по мнению кардиологов, не влияют на функциональное состояние сердца спортсменов и не являются причиной для отстранения спортсменов от физических нагрузок.

При необходимости назначаются пробы с нагрузкой (тредмил тест-ходьба на беговой дорожке, велоэргометрия). Относительно службы в армии можно сказать, что, согласно приказам, годность к военной службе решается индивидуально для каждого студента на военно-врачебной комиссии. Таким образом, чаще всего студент, имеющий пролапс митрального клапана с благоприятным течением и при отсутствии осложнений, годен служить в армии.

В то же время представляет научный и практический интерес факт выявления врожденного порока сердца (двухстворчатый аортальный клапан вместо трехстворчатого) у спортсмена с высоким разрядом (многолетние занятия) и незначительной по размеру (4 мм) аневризмы (выпячивание) межпредсердной перегородки, что не отражается на здоровье и тренировочном процессе (мастер спорта по единоборству). Проводится систематический медицинский контроль с углубленным обследованием студентов, что позволяет оценивать их текущее состояние здоровья.

Таким образом, многолетняя спортивная тренировка влияет на функциональное состояние спортсмена, в частности на сердечно-сосудистую систему, вызывая при этом адаптацию к ней (формирование «физиологически спортивного сердца»), что и было представлено в наших исследованиях [8].

Тренеру необходимо хорошо знать структурно-функциональные особенности «спортивного сердца», понимать важность систематического врачебного контроля для предупреждения и профилактики нарушений функционального состояния и повреждений миокарда [9].

Практическая значимость полученных результатов обусловлена возможностями их использования в тренировочном процессе, для планирования и проведения рациональной и эффективной тренировки, а также при подготовке методических рекомендаций и пособий.

Практические рекомендации внедрены в учебный процесс ВГУ имени П.М. Машерова и предложены для проведения обследований ВОД спортивной медицины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ильинич, В.И. Студенческий спорт и жизнь: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.И. Ильинич. – М.: АО «Аспект Пресс», 2004. – 430 с.
2. Меерсон, Ф.З. Миокард при гиперфункции, гипертрофии и недостаточности сердца / Ф.З. Меерсон. – М.: Медицина, 1978. – С. 119.
3. Граевская, Н.Д. Исследование сердца спортсменов с помощью эхокардиографии / Н.Д. Граевская, Г.А. Гончарова, Г.Е. Калугина // Кардиология. – 1988. – Т. 18, № 2. – С. 140–143.
4. Гуревич, Т.С. Эхокардиографические показатели в процессе текущих наблюдений за спортсменами / Т.С. Гуревич // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2010. – № 3(34–35). – С. 24–27.
5. Макарова, Г.А. Практическое руководство для спортивных врачей / Г.А. Макарова. – Ростов н/Д: БАРО–ПРЕСС, 2005. – 800 с.
6. Трисветова, Е.Л. Морфологическое обоснование значения и места аномально расположенных хорд в структуре диагноза заболевания / Е.Л. Трисветова, О.А. Юдина // Мед. новости. – 2008. – № 16. – С. 71–75.
7. Шишко, В.И. Аномально расположенные хорды: история, эпидемиология, классификация, патогенез основных клинических синдромов / В.И. Шишко // Журнал ГрГМУ. – 2007. – № 1(17). – С. 30–34.
8. Медвецкая, Н.М. Инновационные современные технологии обучения студентов оценке их функционального состояния / Н.М. Медвецкая, А.В. Готовкина // Инновационные обучающие технологии в медицине: междунар. науч.-практ. конф. – Витебск: УО «ВГМУ», 2017. – С. 84–86.
9. Devereux, R.B. Recent developments in the diagnosis and management of mitral valve prolapsed / R.B. Devereux // Curr. Opin. Cardiol. – 1995. – Vol. 10(2). – С. 107–116.

#### REFERENCES

1. Ilinich V.I. *Studencheski sport i zhizn: ucheb. posobiye dlia studentov vysshikh uchebnykh zavedenii* [Student Sport and Life: University Student Textbook], M., AO «Aspekt Press», 2004, 430 p.
2. Meerson F.Z. *Miokard pri giperfunktsii, gipertrofii i nedostatocnosti serdtsa* [Myocardium at hyperfunction, hypertrophy and heart failure], M., Meditsina, 1978, 119 p.
3. Graevskaya N.D., Goncharova G.A., Kalugina G.E. *Kardiologiya* [Cardiology], 1988, 18(2), pp. 140–143.
4. Gurevich T.S. *Fizkultura v profilaktike, lechenii i reabilitatsii* [Physical Training in Prevention, Treatment and Rehabilitation], 3(34–35), 2010, pp. 24–27.
5. Makarova G.A. *Prakticheskoye rukovodstvo dlia sportivnykh vrachei* [Practical Guide for Sports Doctors], Rostov-on-Don, BARO-PRESS, 2005, 800 p.
6. Trisvetova E.L., Yudina O.A. *Med. novosti* [Medical News], 2008, 16, pp. 71–75.
7. Shishko V.I. *Zhurnal GrGMU* [Journal of Gr. State Medical University], 2007, 1(17), pp. 30–34.
8. Medvetskaya N.M., Gotovkina A.V. *Innovatsionnye obuchayushchiye tekhnologii v meditsine. Mezhdunarodnaya Respublikanskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Innovative Teaching Technologies in Medicine. International Republican Scientific and Practical Conference], Vitebsk, VSMU, 2017, pp. 84–86.
9. Devereux R.B. (1995) Recent developments in the diagnosis and management of mitral valve prolapse. *Curr. Opin. Cardiol.*, 10(2): 107–116. Epidemiology of left ventricular. False tendons: Clinical correlates in the Framingham Heart Study.

Поступила в редакцию 09.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: medvetskaya\_1957@mail.ru – Медвецкая Н.М.

## Биоэкологические особенности золотарника канадского в пределах города Витебска

А.И. Дубко, С.Э. Латышев

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

Золотарник канадский является одним из самых агрессивных инвазивных видов растений. Скорость его распространения составляет десятки гектаров в год. Растение может использоваться как декоративное, суррогат чая, фитотерапевтический препарат, медонос, натуральный краситель. Тем не менее золотарник содержит вещества-ингибиторы, которые позволяют вытеснить другие виды, способствуя сокращению видового разнообразия. Не пригоден на корм скоту, его пыльца может вызвать аллергическую реакцию, осенью старые стебли могут стать причиной пожаров.

Цель работы – изучить экологические особенности золотарника канадского, определить характер изменения размеров и фитомассы в течение вегетационного периода.

**Материал и методы.** Исследование проводилось в 2016–2017 гг. На пробных площадках описывались сообщества, сформированные при участии *Solidago canadensis* L., с учетом флористического состава, обилия и проективного покрытия. На следующих этапах в течение вегетационного сезона 2017 года на укосных площадках осуществлялось изучение сезонной динамики объекта исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Вегетационный период золотарника канадского начинается в конце апреля – начале мая, а заканчивается в конце октября – начале ноября. Золотарник зацветает 6 августа, плодоношение начинается 10 сентября, а с 1 октября растения постепенно отмирают.

Флористический состав изученных сообществ растений, в которых произрастает *Solidago canadensis* L. или которые он образует, представлен 90 видами растений. Большая часть из них относится к классу *Dicotyledones*, отряду *Magnoliophyta*. По количеству преобладают семейства *Asteraceae*, *Gramineae*, *Fabaceae* и *Rosaceae*.

**Заключение.** Золотарник канадский характеризуется высокой экологической пластичностью и может существовать в самых разнообразных условиях, предпочитая открытые незатененные участки, формируя монодоминантные и смешанные сообщества.

Прирост золотарника в длину составляет в среднем 4 см в неделю за весь исследуемый период. Максимальная зафиксированная длина – 170 см. Наиболее интенсивный рост наблюдается в июле.

**Ключевые слова:** золотарник канадский, *Solidago canadensis* L., инвазия, инвазивные виды, распространение, вегетационный период, фенофазы, флористический состав, прирост длины, фитомасса, сухая масса, сырая масса, Витебск.

## Bioecological Features of the Canadian Goldenrod in the Boundaries of the City of Vitebsk

A.I. Dubko, S.E. Latyshev

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

The Canadian goldenrod is one of the most aggressive invasive species. The speed of its dissemination is about several hectares a year. The herb can be used as a decorative plant, tea substitute, phytotherapeutic medicine, melliferous herb, natural dye. Nevertheless, *Solidago* contains substances-inhibitors, which help to force out other species, reducing the biological diversity. It is not suitable to feed the cattle, its pollen can cause allergic reaction, in the autumn old stalks can become the reason of the fires.

This research aims to study ecological characteristics of the Canadian goldenrod and to determine phytomass and size dynamics during the vegetative period.

**Material and methods.** The study was held in 2016–2017. On the test ranges communities were described which are formed with the participation of *Solidago canadensis* L., taking into account the floral composition, abundance and projective coverage. Over the following stages during the vegetation season of 2017 seasonal dynamics of the research object was studied on mowing areas.

**Findings and their discussion.** The vegetative period of the Canadian goldenrod begins in late April, early May. Vegetation ends in late October, early November. Blossoming starts on August 6, fructification – on September 10, and from October 1 the plant is dying off.

The floristic structure of the studied communities of plants in which *Solidago canadensis* L. grows or which it forms is presented by 90 species of plants. The majority of them belong to the class *Dicotyledones*, order *Magnoliophyta*. Quantitatively the *Asteraceae*, *Gramineae*, *Fabaceae* and *Rosaceae* families prevail.

**Conclusion.** *The goldenrod adapts well to the environmental changes. It can grow in various conditions and prefers open sunny areas and forms monodominant and mixed communities.*

*The growth in length of the goldenrod averages 4 centimeters a week for all studied period. The maximum fixed length is 170 centimeters. The most intensive growth is observed in July.*

**Key words:** *the Canadian goldenrod, Solidago canadensis L., invasion, invasive species, dissemination, vegetative period, phenophases, floristic structure, growth in length, phytomass, dry weight, wet weight, Vitebsk.*

Одной из угроз национальной безопасности в экологической сфере является проникновение в окружающую среду инвазионных чужеродных видов дикорастущих растений [1]. За последние 200 лет флора многих стран мира значительно изменилась. Почти третью часть от общего числа видов теперь составляют чужеродные растения, успешно прижившиеся на новой родине [2]. Инвазия чужеродных видов в глобальном масштабе является второй по значимости, после антропогенного загрязнения среды, причиной исчезновения биологических видов. В значительной степени это обусловлено хозяйственной деятельностью человека, в том числе и в Беларуси [3].

Золотарник называют национальным цветком США: он украшает гербы трех штатов (Кентукки, Небраска и Северная Каролина). В Северной Америке распространено более полутора сотен его видов, тогда как на остальные континенты приходится всего с десяток. Широкую известность золотарник получил во время Войны за независимость Североамериканских штатов. Тогда золотарник стали использовать в качестве чайного суррогата. В Европу же золотая розга канадская была впервые интродуцирована как декоративное растение в конце XVII – начале XVIII века [4].

Это растение обладает многими полезными свойствами: может использоваться как натуральный краситель для тканей, как фитотерапевтический препарат для лечения заболеваний почек и мочевого пузыря, как антимикробное средство. Надземная часть растения содержит органические кислоты, фенольные соединения, флавоноиды, кумарины, эфирное масло, аминокислоты, хлорофилл, сахара, большое количество сапонинов [5].

В то же время *Solidago canadensis* L. является корневищным гемикриптофитом, который может образовывать густые заросли с плотностью более 300 побегов на 1 м<sup>2</sup>, вследствие чего сокращается видовое разнообразие не только растительных сообществ, но и насекомых-опылителей. В корнях золотарника содержатся вещества с ингибиторными свойствами. Прорастая даже на плотном дерне, растение в течение короткого времени вытесняет другие виды, подготавливая плацдарм для семян. Скорость распространения золотарника – десятки гектаров в год. За пару лет он способен привести в негодность естественный луговой или опушечный участок, и эти территории нельзя будет использовать для сенокосения или выпаса скота [6].

Также пыльца золотой розги канадской может вызывать аллергическую реакцию у людей, особенно у детей, поэтому ее относят к умеренно ядовитым растениям [5]. В осеннюю пору старые стебли золотарника становятся сухими, что может стать причиной пожаров.

Цель работы – выявить особенности взаимодействия золотарника канадского с другими растениями, а также описать особенности его распространения, произрастания и вегетации на территории города Витебска.

**Материал и методы.** Исследование проводилось в несколько этапов по общепринятой методике изучения рудеральной растительности, описанной М.А. Джусом и Н.А. Лемезой [7].

Первый этап проходил в сентябре 2016 года, когда проводилось изучение распространения и участия в формировании растительных сообществ *Solidago canadensis* L. Для этого были разработаны два маршрута, на которых описывались наиболее благоприятные места произрастания золотарника, а также отмечались возможные причины его распространения.

Второй этап объединил в себе данные, полученные в 2016 и 2017 годах. На данном этапе были проведены определение и систематизация растений в сообществах, которые образует или в которых участвует золотарник канадский.

На третьем этапе исследования, которое осуществлялось на маршруте № 2 с мая по октябрь 2017 года, были описаны фенологические фазы золотарника.

На четвертом этапе (2017 г.) проводилось изучение сезонной динамики, в рамках которой измерялась длина надземной части растения, а также масса растительного материала. Измерение массы включало в себя 2 этапа: сразу после срезания – сырая масса и после полного высушивания – сухая масса. Периодичность наблюдений составляла 1 раз в 7 дней.

**Результаты и их обсуждение.** Распространение золотарника канадского. На маршруте № 1, который начинается в парке имени Советской Армии (Мазурино), встречались преимущественно лесные сообщества золотарника. Здесь стоит отметить, что в самом парке золотарника очень мало, он произрастает небольшими группками на опушках, не укрытых кроной деревьев, в местах, наиболее освещенных солнцем. Золотая розга канадская также часто растет рядом с разрушенными или заброшенными домами, о чем свидетельствует увеличение обильности золотарника, а также соседство с астрой новобельгийской (*Symphotrichum novi-belgii* (L.) G.L. Nesom.) и астрой новоанглийской (*Symphotrichum novae-angliae* (L.) G.L. Nesom.), которые часто высаживаются на клумбах и в палисадниках. Золотарник канадский также произрастает по обочинам дорог, куда, вероятно, его семена переносятся автомобилями. Наибольшее количество *Solidago canadensis* наблюдается

на участках на открытой местности, поросшей редкими кустарником и молодыми березами, куда золотарник заносит ветром. Халатность людей в отношении ухода за приусадебной территорией также является причиной расселения *Solidago*. На этом маршруте также можно отметить закономерность: чем больше обилие золотарника и чем гуще его заросли, тем меньшее количество видов может произрастать рядом с ним.

На маршруте № 2 был исследован микрорайон Билево–1, 2, 3. Здесь наблюдаются наиболее нарушенные антропогенным воздействием сообщества. В первую очередь это касается строительных работ и вытаптывания. На границе неглубокого карьера золотарник растет небольшими группками. Примечательно, что отдельные растения могут произрастать практически на голом песке, проявляя высокую экологическую устойчивость. Часто золотая розга канадская соседствует с люпином многолистным (*Lupinus polyphyllus* Lindl.). Довольно часто растет по обочинам дорог. Обычно это одиночные растения или небольшие группы. Гигрофитные свойства золотарник проявляет на участках, где он расселяется по склонам оврага, заполненного водой. Золотарник также произрастает на месте разрушенных частных домов. На разрытых для строительных работ местах на участках наблюдается обширная группа *Solidago canadensis* L. Фрагментированность этих участков позволила золотарнику занять территорию, лишённую конкурентов. Средой для произрастания также являются клумбы, в оформлении которых присутствует золотая розга канадская. Проанализировав эти данные, можно сделать вывод об удивительной пластичности вида, так как в стремлении выжить на новой территории этот вид растения приобретает особенности характерных видов, произрастающих на разных типах почв.

**Флористический состав растительных сообществ.** В результате анализа мест произрастания *Solidago canadensis* L. было обнаружено 90 видов растений (рис. 1). Подавляющее большинство видов относится к классу *Dicotyledones* (71 вид, 79% от общего числа видов), отделу *Magnoliophyta*. Классу *Monocotyledones* принадлежит 18 видов (20% от общего числа видов). По количеству преобладает семейство *Asteraceae* (19 видов, 21% от общего числа видов). Также часто на пробных площадках встречаются представители семейства *Gramineae* (13 видов, 14% от общего числа видов), *Fabaceae* (8 видов, 9% от общего числа видов) и *Rosaceae* (8 видов, 9% от общего числа видов).

Меньшим распространением характеризуются представители семейств *Polygonaceae* (4%), *Umbelliferae* (3%), *Lamiaceae* (3%), *Betulaceae* (2%), *Salicaceae* (2%), *Onagraceae* (2%), *Malvaceae* (2%). Растения, которые встречались лишь в единичных экземплярах, составляют 24% от общего числа видов.

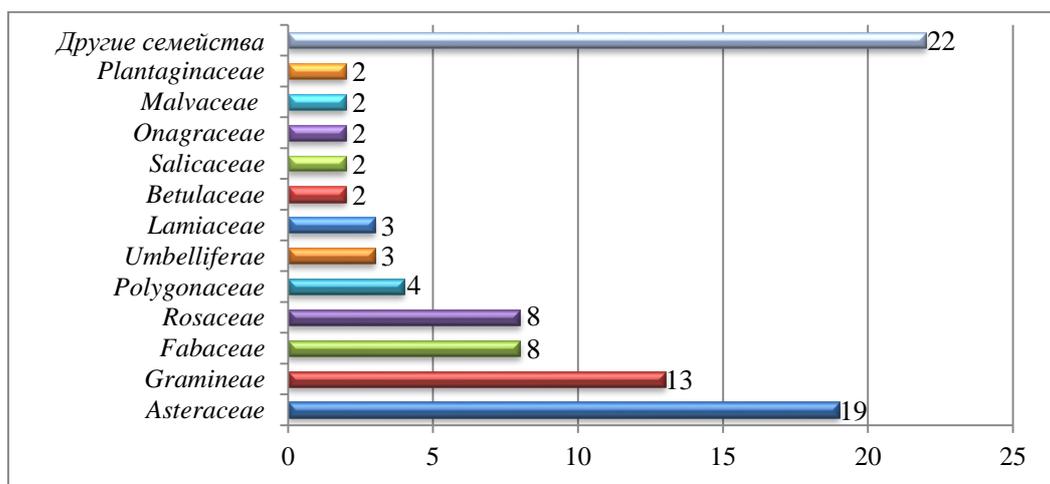


Рис. 1. Количество видов различных семейств на изученных пробных площадках.

**Смена фенологических стадий золотарника канадского.** Вегетационный период золотарника канадского начинается в конце апреля – начале мая, а заканчивается в конце октября – начале ноября (табл.). Золотарник зацветает 6 августа, а 13 августа уже цветет большинство растений. Плодоношение начинается 10 сентября, и 17 сентября большая часть растений плодоносит. С 1 октября золотарник постепенно отмирает.

Таблица

Изменение фенофаз золотарника канадского

Вегетация перед цветением	Цветение	Плодоношение	Отмирание
Конец апреля – начало мая	6 августа – 13 августа	10 сентября – 17 сентября	Конец октября – начало ноября

*Изменение длины надземной части золотарника канадского.* Наиболее интенсивный рост характерен для летнего периода. Среднее значение прироста длины за лето составляет 62 см: 24 см в июне, 27 см в июле и 11 см в августе. В период с сентября по октябрь прирост растений составил всего 8 см. Средние значения изменения длины надземной части золотарника канадского представлены на рис. 2. На оси абсцисс – значения длины в сантиметрах, а на оси ординат – временные интервалы за 1 неделю. Прирост золотарника в длину составляет в среднем 4 см в неделю за весь исследуемый период. При этом максимальная средняя высота надземной части 109 см, а максимальная зарегистрированная высота 170 см.

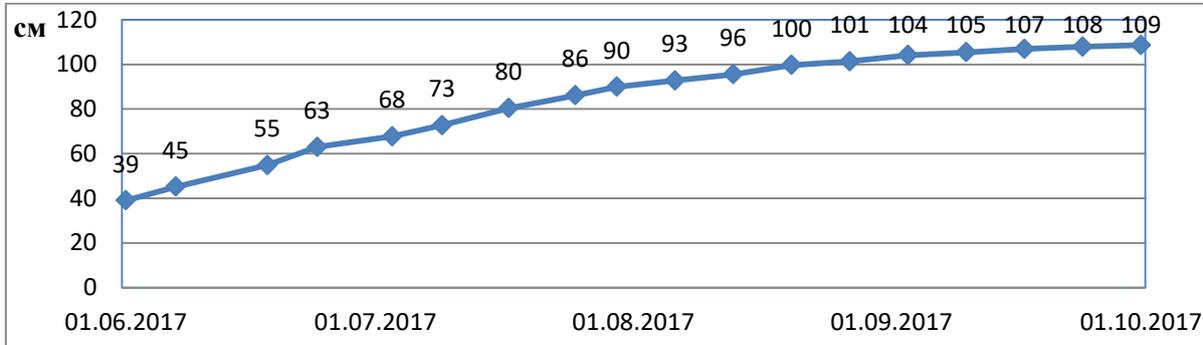


Рис. 2. Среднее значение изменения длины золотарника канадского во времени.

*Изменение фитомассы золотарника канадского.* Полученные результаты отражены на рис. 3 в виде двух линий. На оси абсцисс – значения массы в граммах, на оси ординат – временные промежутки (шаг = 1 неделя).

График, отражающий изменение сырой массы, имеет несколько пиков: 9 июля, 25 июля и 3 сентября. Сухая масса увеличивается относительно постепенно и достигает максимального значения 25 июля. Такие данные обуславливаются, вероятно, заметно более высокими средними температурами в эти периоды: +21°C, +22°C и +23°C соответственно.

Если сравнить пики на графике изменения фитомассы и дату начала цветения и плодоношения, то можно заметить некоторую связь между ними. Фенофазы сменяют друг друга через неделю после пикового значения массы золотарника (рис. 3). Из этого можно сделать вывод о том, что в первую половину лета золотарник канадский накапливает органическое вещество для обеспечения периода цветения и созревания семян. Затем, после плодоношения, количество органического вещества постепенно снижается и растение отмирает.

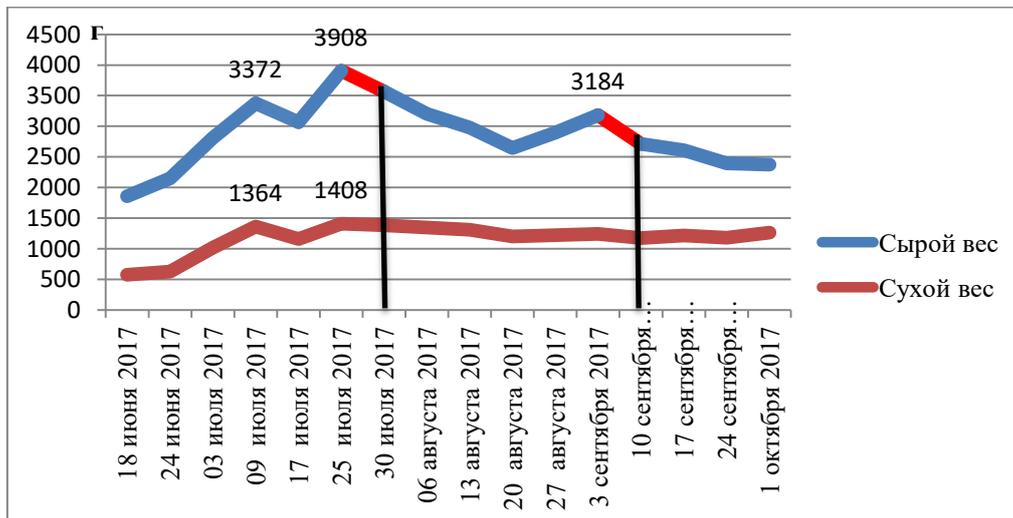


Рис. 3. График сравнения пиковых значений фитомассы с периодом смены фенофаз.

**Заключение.** Таким образом, золотарник канадский имеет широкий ареал распространения. Родиной золотой розги канадской является Северная Америка, откуда растение распространилось в страны Европы. Этот вид предпочитает открытые пространства, хорошо освещаемые солнцем. Хорошо приспосабливается к изменению условий окружающей среды. Основными причинами широкого распространения золотой розги канадской являются: анемохория (распространение семян ветром), отсутствие естественных конкурентов, особенно

в поврежденных сообществах, а также небрежное ведение хозяйства на приусадебных участках. Золотарник может использоваться как медонос, краситель для тканей, антимикробное средство, а также как фармакологическое средство для лечения некоторых заболеваний. С другой стороны, вид является условно ядовитым, может вызывать аллергическую реакцию.

Вегетационный период золотарника канадского начинается в конце апреля – начале мая, а заканчивается в конце октября – начале ноября. Золотарник зацветает 6 августа, а 13 августа уже цветет большинство растений. Плодоношение начинается 10 сентября, и 17 сентября большая часть растений плодоносит. С 1 октября золотарник постепенно отмирает.

Флористический состав изученных сообществ растений, в которых произрастает *Solidago canadensis* L. или которые он образует, представлен 90 видами растений. Большая часть из них относится к классу *Dicotyledones*, отделу *Magnoliophyta*. По количеству преобладают семейства *Asteraceae*, *Gramineae*, *Fabaceae* и *Rosaceae*.

Прирост золотарника в длину составляет в среднем 4 см в неделю за весь исследуемый период. Максимальная зафиксированная длина – 170 см.

Прирост сырой массы характеризуется несколькими пиковыми значениями: 9 июля (3375 г), 25 июля (3908 г) и 3 сентября (3184 г). Сухая масса увеличивается относительно постепенно и достигает максимального значения 25 июля (1408 г). Такие данные, возможно, обуславливаются заметно более высокими средними температурами в эти периоды: +21°C, +22°C и +23°C соответственно. Фенофазы сменяют друг друга через неделю после пикового значения сырой массы золотарника канадского.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия: постановление Сов. Мин. Респ. Беларусь от 19 дек. 2010 г. № 1707: с изм. и доп.: текст по состоянию на 3 сен. 2015 г. [Электронный ресурс] // Сайт Совета Министров Респ. Беларусь. – Минск, 2015. – Режим доступа: <http://pravo.newsby.org/belarus/postanov8/pst659.htm>. – Дата доступа: 21.01.2018.
2. Куклина, А. Фитоинвазия: опасность и экологические последствия / А. Куклина, Ю. Виноградова // Биология в школе. – 2015. – № 10. – С. 3–6.
3. Дубовик, Д.В. Инвазионные виды во флоре Беларуси / Д.В. Дубовик, А.Н. Скуратович, Д.И. Третьяков // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–26 окт. 2012 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксп. ботаники им. В.Ф. Купревича; редкол.: В.И. Парфенов [и др.]. – Минск, 2012. – С. 443–446.
4. Садовский, А.С. Чайные суррогаты: кипрей, золотарник и компания / А.С. Садовский // Химия и жизнь – XXI век. – 2014. – № 5. – С. 60–63.
5. Пронькина, О.В. Новый диагностический аллерген из растения золотарник канадский (*Solidago canadensis*) и его иммунобиологические свойства: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.36 / О.В. Пронькина. – М., 2008. – 96 л.
6. Муравский, С. Распоясавшиеся чужаки / С. Муравский // Родная природа. – 2012. – № 10. – С. 8–11.
7. Лемеза, Н.А. Геоботаника: учебная практика / Н.А. Лемеза, М.А. Джус. – Минск: Вышэйшая школа, 2008. – 256 с.

#### REFERENCES

1. *Strategiya po sokhraneniyu i ustoichivomu ispolzovaniyu biologicheskogo raznoobraziya: Postanovleniye Sov. Min. Resp. Belarus ot 19 dek. 2010 g. No 1707: s izm. i dop.: tekst po sostoyaniyu na 3 sent. 2015 g.* [Strategy of Preservation and Sustainable Use of Biological Diversity: December 10, 2010 No 1707 Council of Ministers of the Republic of Belarus Decree, Minsk, 2015], Available at: <http://pravo.newsby.org/belarus/postanov8/pst659.htm>. – Accessed: 21.01.2018.
2. Kuklina A., Vinogradova Yu. *Biologiya v shkole* [Biology at School], 2015, 10, pp. 3–6.
3. Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Tretyakov D.I. *Problemi sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya i ispolzovaniya biologicheskikh resursov: materialy II mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Minsk, 22–26 oktiabria 2012 g. NAN Belarusi, Inst. eksp. botaniki im. V.F. Kuprevicha* [Issues of Biological Diversity Preservation and Biological Resources Use: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Scientific and Practical Conference, Minsk, October 22–26, 2012, NASC of Belarus, V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany], Minsk, 2012, pp. 443–446.
4. Sadvoski A.S. *Khimiya i zhizn – XXI vek* [Chemistry and Life – XXI Century], 2014, 5, pp. 60–63.
5. Pronkina O.V. *Novi diagnosticheski allergen iz rasteniya zolotarnik kanadski i ego immunobiologicheskiye svoistva: dis. kand. med. nauk* [New Diagnostic Allergen from *Solidago canadensis* and its Immune and Biological Properties: PhD (Medicine) Dissertation], Moscow, 2008, 96 p.
6. Muravski S. *Rodnaya pryroda* [Native Nature], 2012, 10, pp. 8–11.
7. Lemeza N.A., Dzhus M.A. *Geobotanika: Uchebnaya praktika* [Geobotany: Academic Practice], Mn., Vysheishaya shkola, 2008, 256 p.

Поступила в редакцию 05.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: [sergey5940333@tut.by](mailto:sergey5940333@tut.by) – Латышев С.Э.



# ПЕДАГОГІКА

УДК 373.545-057.87:371.314.6:620.91

## Опыт реализации Республиканского инновационного проекта в области энергоресурсопотребления на базе филиала кафедры экологии и охраны природы – ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска»

И.А. Литвенкова\*, Е.В. Шаматульская\*, М.М. Данюк\*\*, А.В. Каратаева\*\*\*

*\*Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»*

*\*\*ГУО «Гимназия № 7 г. Витебска»*

*\*\*\*ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска»*

*В Республике Беларусь в последнее десятилетие активизировалась работа по вопросам энергоресурсопотребления в производственной и непроизводственной сферах. Следует отметить актуальность решения этих вопросов в системе образования.*

*Цель исследования – обобщение опыта инновационного проекта «Внедрение модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления», реализованного на базе ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска» (филиала кафедры экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова).*

***Материал и методы.** Энергосберегающий проект был реализован в 2014–2016 гг. на базе ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска» совместно с ВГУ имени П.М. Машерова. В нем участвовали педагоги гимназии и вуза, студенты биологического факультета, учащиеся гимназии 2–10 классов и их родители. Были проведены психолого-педагогическая диагностика и анализ, опрос и анкетирование, мониторинг результатов работы учащихся и педагогов в рамках реализации проекта.*

***Результаты и их обсуждение.** В статье проанализирован и обобщен опыт организации и внедрения инновационного проекта по энерго- и ресурсосбережению в учебный процесс государственного учреждения образования. Описаны этапы и их цели, задачи и практическая реализация. Представлен опыт интеграции вопросов энергосбережения в учебный и воспитательный процесс. Показана практическая направленность просветительской работы в области энергосбережения в рамках проекта.*

***Заключение.** Реализация данного инновационного проекта должна способствовать созданию оптимальных условий функционирования информационно-образовательной системы по энергосбережению учреждения образования и возможности внедрения энергосберегающей модели в деятельность других учреждений образования.*

***Ключевые слова:** энергосберегающая модель, гимназия, инновационный проект.*

# Experience of implementing the Republican innovation project in the sphere of energy and resource consumption on the basis of the branch of the Department of Ecology and Nature Conservation – SEI «Gymnasium № 6 Vitebsk»

I.A. Litvenkova\*, E.V. Shamatulskaya\*, M.M. Danyuk\*\*, A.V. Karataeva\*\*\*

\*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

\*\*SEI «Gymnasium № 7 Vitebsk»

\*\*\*SEI «Gymnasium № 6 Vitebsk»

*During last decade in the Republic of Belarus work on energy and resource consumption in the production and non-production spheres has been intensified. It should be noted that the solution of these issues is urgent in the education system.*

*The purpose of the research is to summarize the experience of the innovative project «Implementation of the model of organizing the activities in the educational institution as a School of Rational Energy and Resource Consumption», carried out on the basis of the SEI «Gymnasium № 6 of Vitebsk» (the branch of ecology and nature conservation department of VSU n.a. P.M. Masherov).*

**Material and methods.** *The energy-saving project was carried out in 2014–2016 on the basis of the SEI «Gymnasium No. 6 of Vitebsk» in cooperation with Vitebsk State University named after P.M. Masherov. The project involved teachers of the gymnasium and university, students of the biological faculty, students of the gymnasium from 2<sup>nd</sup> to 10<sup>th</sup> forms and their parents. Psychological-pedagogical diagnostics and analysis, survey and questioning, monitoring of the results of the work of students and teachers were conducted in the framework of the project.*

**Project results and their discussion.** *The article analyzes and summarizes the experience of organizing and implementing an innovative project on energy and resource saving in the educational process of a state educational institution. The article also describes the stages of the project, their goals, tasks and practical implementation. The experience of integrating energy saving issues into the educational and upbringing process is presented here. Our article also shows practical orientation of educational work in the field of energy saving within the framework of the project.*

**The conclusion.** *The implementation of this innovative project should contribute to the creation of optimal conditions for functioning of the information and educational system on energy saving of the educational institution and the possibility of introducing an energy saving model into the activities of other educational institutions.*

**Key words:** *energy-saving model, gymnasium, innovative project.*

**П**еред учреждениями образования Республики Беларусь стоит важная задача – воспитать гражданина, которому присущи высокая экологическая культура и культура энергосбережения, навыки рационального использования ресурсов и энергии, экологически устойчивого и безопасного стиля жизни [1].

Энергосбережение – организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации [1]. Энергосберегающее поведение включает в себя осознанное выполнение правил экономного расходования энергоресурсов, осознанный выбор энергосберегающего оборудования и технологий.

Основная идея инновационного проекта в области энергоресурсопотребления заключается в создании условий для формирования привычных моделей энергосберегающего поведения широких слоев населения.

Новизной проекта является выход энергосберегающего образования за пределы учреждения: включение в информационно-образовательную систему дошкольного образования, дополнительного образования детей, дополнительного образования взрослых, а также разработка рекомендаций по обязательному внесению материала энергосберегающего направления в содержание общеобразовательных дисциплин. Одним из ключевых моментов решения задачи эффективного потребления энергии в республике выступает создание информационно-образовательной системы по проблемам энергосбережения. Являясь социокультурным и образовательным центром в своем населенном пункте, микрорайоне, учреждение образования должно взять на себя функцию просветительского центра по проблемам бытового энергосбережения [2].

В Республике Беларусь, признанной в Европе одной из стран, наиболее активно пропагандирующей идею энергосбережения, ежегодно проводятся международные специализированные выставки «Энерго- и ресурсосбережение», форумы, научно-технические конференции, семинары по вопросам энергосбережения, акции, конкурсы школьных проектов по экономии и бережливости. Во всех этих мероприятиях современные белорус-

ские школьники принимают активное участие, учатся рассчитывать бюджет семьи, страны и разрабатывают активные методы пропаганды идеи энергосбережения. В Республике Беларусь энергосбережение является важным условием стабильного развития государства, обеспечивает его энергетическую безопасность [2]. Современный школьник растет и формируется в потребительской среде, потребительской ячейкой становится семья, зрелищно-развлекательным содержанием наполнен досуг. Тем сложнее школе решать задачи воспитания у учащихся гражданской позиции и психологической настроенности на рациональное и экономное использование природных ресурсов. Педагогам предстоит много сделать в воспитании не только детей, но и их родителей.

Цель статьи – обобщение опыта инновационного проекта «Внедрение модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления», реализованного на базе ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска» (филиала кафедры экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова).

**Материал и методы.** Исследования проводились на базе ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска» в 2014–2016 гг. В ходе работы использовались методы анализа и обобщения опыта гимназии в области энергоресурсосбережения. Применялись методы психолого-педагогического анализа и стартовой диагностики для выявления уровня энергосберегающей культуры участников проекта. Также использованы методы беседы и анкетирования. Метод анализа и обобщения учебного материала по учебным предметам во 2–10 классах.

В инновационном проекте приняли участие 15 педагогов гимназии, являющихся представителями учебно-методического объединения образовательной области «Языки и литература», учебно-методических кафедр «Экология и здоровье. Энергосбережение», «Информационные технологии», «Дошкольное и начальное обучение», учебно-методического объединения классных руководителей, а также учащиеся II «А», II «Б», IV «А», IV «Б», VII «А», VII «Б», VIII «А», IX «А», X «А» классов (225 человек) и их родители.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследований нами был проанализирован опыт реализации Республиканского инновационного проекта в области энергоресурсопотребления на базе филиала кафедры экологии и охраны природы – ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска». Инновационный проект проходил с 2014 по 2016 г. и включал три этапа: концептуализации, проектно-реализационный и обобщающее-рефлексивный. В ходе проекта был решен ряд поставленных задач (табл. 1).

Таблица 1

Реализация поставленных задач на разных этапах проекта

Этапы проекта	Реализованные задачи
I этап – концептуализации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организация психолого-педагогического сопровождения инновационной деятельности.</li> <li>2. Разработка и апробация диагностического материала по выявлению уровня энергосберегающей культуры всех слоев населения.</li> <li>3. Определение основных направлений исследований, форм мониторинга, форм отчетности, анализа и оформления полученных результатов, форм коррекции.</li> </ol>
II этап – проектно-реализационный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интеграция вопросов энергосбережения в содержание уроков различной направленности, воспитательных мероприятий, акций и др., формирование энергосберегающих компетенций обучающихся через систему учебных занятий, систему дополнительного образования.</li> <li>2. Организация просветительской работы с обучающимися, родителями, жителями микрорайона путем проведения лекций, деловых игр, акций, семинаров-тренингов по эффективности использования энергоресурсов на базе практического центра по энергосбережению.</li> <li>3. Разработка и реализация плана совместных мероприятий с кафедрой экологии и охраны природы биологического факультета ВГУ имени П.М. Машерова, с ДООУ № 27 г. Витебска, с Витебской городской инспекцией природных ресурсов и охраны окружающей среды.</li> <li>4. Развитие профессиональной компетентности педагогов в области энергосберегающих технологий.</li> <li>5. Расширение деятельности партнерской сети для повышения квалификации педагогов гимназии по вопросу воспитания энергосберегающей культуры обучающихся, родителей, жителей микрорайона.</li> <li>6. Организация работы волонтерского отряда с населением по вопросам энергосбережения.</li> <li>7. Участие в конкурсах проектов по энергоэффективности, конференциях, дистанционных играх экологического и энергосберегающего направления.</li> <li>8. Осуществление мониторинга первичных результатов инновационной деятельности. Диагностирование уровня энергосберегающей культуры субъектов образовательного пространства школы и социума.</li> </ol>
III этап – обобщающе-рефлексивный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пополнение методической базы и оснащение практического центра по энергосбережению.</li> <li>2. Внедрение проектной деятельности по формированию энергоэффективной модели поведения.</li> <li>3. Разработка технологических и содержательных моделей формирования у субъектов образовательного пространства школы и социума компетенций энерго- и ресурсосбережения.</li> </ol>

В соответствии с целью и задачами первого концептуального этапа проекта было организовано психолого-педагогическое сопровождение инновационной деятельности, в рамках которого составлена программа. Проведена стартовая диагностика инновационного потенциала педагогического коллектива, которая показала, что коллектив имеет допустимый уровень восприимчивости к новшествам (22% обладают оптимальным уровнем индивидуальной восприимчивости к новшествам, 78% – допустимым уровнем). Информационная готовность педагогического коллектива к освоению новшеств представлена также допустимым уровнем (33% – оптимальный уровень, 67% – допустимый). Мотивационная готовность педагогического коллектива характеризуется преобладанием мотивации самореализации, что свидетельствует о высоком инновационном потенциале педагогического коллектива (86%). Высокий уровень инновационного потенциала педагогического коллектива подтверждает отсутствие у большого количества учителей антиинновационных барьеров, препятствующих освоению инноваций (64%). Уровень новаторства педагогов в коллективе определяется как средний (53%). В то же время высокий уровень новаторства имеют 47% учителей.

К разработке и реализации проекта были привлечены педагоги первой и высшей категории, которые имеют опыт инновационной деятельности, а также молодые, активные и инициативные учителя без категории, но с высоким инновационным потенциалом.

Изучены мотивационные тенденции учащихся по двум вопросам: стремление к людям (к достижениям) и боязнь быть отвергнутым (избегание неудач), характеризующие мотивационный успех.

Получены следующие результаты в отношении мотива «Стремление к людям (к успеху)». Высокий уровень развития имеют 100% 7 «А», 85% 7 «Б», 80% 8 «А», 94% 9 «А», 85% 10 «А»; средний уровень диагностируется у 23% обучающихся 8 «А», 15% в 10 «А», низкий уровень у 15% 7 «Б», 3% в 8 «А», 6% в 9 «А».

В отношении мотива «Боязнь быть отвергнутым (избегание неудач)» средний уровень развития диагностируется у 84% 7 «А», 100% в 7 «Б», 90% в 8 «А», 94% в 9 «А», 100% в 10 «А», низкий уровень у 16% в 7 «А», 10% в 8 «А», 6% в 9 «А». По результатам диагностики психологом предоставлены рекомендации родителям, классному руководителю, памятки детям.

Диагностика уровня тревожности с помощью теста «Самооценка психических состояний». Получены следующие результаты: отсутствие тревожности у 53% обучающихся, у 75% обучающихся 7 «Б», 57% 8 «А», 55% 9 «А», 87% 10 «А»; средний уровень тревожности диагностируется у 47% 7 «А», 25% 7 «Б», 36% 8 «А», 45% 9 «А», 13% 10 «А». Высокий уровень тревожности не отмечается ни у одного обучающегося.

Таким образом, у обучающихся продиагностированных классов преобладает низкий уровень тревожности. Классным руководителям даны рекомендации по избеганию у обучающихся высокого уровня тревожности.

Разработаны диагностики по выявлению уровня энергосберегающей культуры всех слоев населения, включающие анкеты по вопросам компетентности учащихся, родителей и педагогов в области энерго- и ресурсосбережения.

По результатам диагностики педагогов 58% согласны, что энергосбережение – самый дешевый и экологически чистый источник энергии; 38% считают, что потребление энергии является причиной роста углекислого газа в атмосфере и 38% затруднились ответить на этот вопрос, 46% считают, что энергетический кризис возможен в нашей стране, 25% невозможен, 29% затруднились ответить; только 50% опрошенных знают, что наиболее энергосберегающими являются приборы класса А; 75% убеждены, что педагогическая деятельность по энергосбережению способствует решению экологических проблем; 83% проветривают помещения быстро, не открывая надолго окна, 88% не преграждают путь теплу неудачно расставленной мебелью, 79% для освещения используют энергосберегающие лампочки, 67% используют местное освещение, 100% содержат окна в чистоте, 92% закрывают кастрюлю крышкой при приготовлении, 79% чаще пользуются газовой плитой, чем электроприборами, лишь 67% не оставляют приборы в режиме ожидания. 21% видят цель педагогической деятельности по вопросу энергосбережения в формировании системы научных знаний, умений и навыков, 42% – в формировании умений и навыков охраны природы, рационального природопользования, 83% – в развитии экологической культуры человека, культуры вопросов энергосбережения. 92% считают наиболее эффективными пути сбережения энергии: сохранение тепла в помещении, рациональное потребление воды, электроэнергия в быту и контроль расхода газа.

По результатам диагностики родителей, эффективность использования тепловой и электрической энергии в своей квартире по 5-балльной системе оценили на 5 баллов 45%, на 4 балла – 13%, на 2 балла – 1%, на 1 балл (неэффективно) – 11%. Всегда экономят ресурсы 25%, стараются экономить 72%. Значительно снизить потребление энергоресурсов в квартире, по мнению родителей, можно отключая электроприборы на ночь или в отсутствие людей – 49%, заменив обычные лампы на энергосберегающие – 60%, заменив окна, двери и их утеплит – 39%, используя электроприборы высокого класса энергоэффективности – 11,5%, регулируя приборы отопления – 10%. 21% считают, что потребление электрической и тепловой энергии наносит вред окружающей среде, затруднились ответить 36%. 68% считает, что наиболее успешно способствует образованию и воспитанию учеников по вопросу энергосбережения семья, 31% – школа. 40% убеждены, что изучать энергосбережение и воспитывать энергосберегающее поведение нужно с дошкольного возраста, 43% – со школьного. 34% уверены, что в нашей стране возможен энергетический кризис, 36% – невозможен. 66% считают, что экономия и бережливость – залог роста благосостояния и качества жизни нации. Только 49% ответили, что считаются энергосберегающими электробытовые приборы класса А, 51% не знают ответа на этот вопрос. 80% проветривают помещения быстро, не открывая надолго окна, 84% не преграждают путь теплу неудачно расставленной

мебелью, 77% для освещения используют энергосберегающие лампочки, 68% применяют местное освещение, 94% содержат окна в чистоте, 84% закрывают кастрюлю крышкой при приготовлении, 71% чаще пользуется газовой плитой, чем электроприборами, 72% не оставляют приборы в режиме ожидания, 79% стирают при полной загрузке, используют емкость стиральной машины оптимально, выбирая наиболее рациональные режимы стирки.

По результатам диагностики учащихся 66% считают, что экологические и энергетические проблемы являются наиболее важными для Республики Беларусь, 36,3% указали, что наиболее успешно способствует образованию и воспитанию учеников по вопросу энергосбережения семья, 43,6% – школа. Наиболее важна в нашем городе, по мнению детей, проблема бережного расходования воды, газа (50%), сохранения тепла, электроэнергии (41,8%), 22,7% утверждают, что проблемы отсутствуют. 54,5% считают, что энергетический кризис возможен в нашей стране, 30,9% – невозможен. Ответили, что энергосбережение – самый дешевый и экологически чистый источник энергии, 46,3%. Затруднились ответить, что потребление энергии является причиной роста концентрации углекислого газа в атмосфере, 53,6%. Наиболее эффективными считают следующие пути сбережения энергии: сохранение тепла в помещении, рациональное потребление воды, электроэнергии в быту и контроль расхода газа – 65,4%. 63,6% указали на используемый способ энергосбережения в их семье – установку счетчиков, 42,7% – на замену ламп на энергосберегающие, 39% выключают свет, когда покидают помещение, 16,3% покупают энергосберегающие приборы. Никто не указал, что в его семье не занимаются энергосбережением. Только 26% опрошенных знают, что наиболее энергосберегающими являются приборы класса А. 65,4% указали, что в их семье сокращают нерациональный расход воды, 60% утепляют двери, оконные рамы. 58% свидетельствуют, что мешает реализации энергосбережения высокая цена на энергосберегающую технику, 36,3% – отсутствие культуры потребления энергии в быту. 65% указали, что остановят человека, который не выключил свет, не перекрыл воду. 70% проветривают помещения быстро, не открывая надолго окна, 80% не преграждают путь теплу неудачно расставленной мебелью, 71% на ночь опускает жалюзи, закрывает шторы, чтобы уменьшить потери тепла через окна, 82% для освещения используют энергосберегающие лампочки, 70% – местное освещение, 100% содержат окна в чистоте, 92% закрывают кастрюлю крышкой при приготовлении, 70% чаще пользуются газовой плитой, чем электроприборами, 63% не оставляют приборы в режиме ожидания, 69% стирают при полной загрузке, используют емкость стиральной машины оптимально, выбирая наиболее рациональные режимы стирки. Диагностика показала круг вопросов, который необходимо проработать с педагогами, обучающимися, родителями.

В соответствии с целью и задачами второго проектно-реализационного этапа проекта проведена интеграция вопросов энергосбережения с уроками различной направленности (табл. 2), воспитательными мероприятиями, акциями и др.; сформированы энергосберегающие компетенции обучающихся через систему учебных занятий, систему дополнительного образования.

Таблица 2

#### Интеграция вопросов энергосбережения в содержание учебной деятельности ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска»

№ п/п	Класс	Предмет, в содержание которого внедряется компонент рационального энергопотребления	Количество учащихся
1.	II «А»	Русский язык, литературное чтение	30
2.	II «Б»	Человек и мир	30
3.	IV «А»	Математика	23
4.	IV «Б»	Беларуская мова, літаратурнае чытанне	23
5.	VII «А»	История	20
6.	VII «Б»	Математика	14
7.	VIII «А»	Физика	14
8.	IX «А»	География	22
9.	X «А»	Биология	19
10.	X «А»	Химия	19

Как видно из табл. 2, вопросы энергосбережения включены в учебный процесс 2–10 классов гимназии. Результатом инновационной деятельности гимназии в 2014–2015 учебном году стало издание сборника: Внедрение энергосберегающего компонента в содержание различных учебных предметов. Опыт педагогов государственного учреждения образования «Гимназия № 6 г. Витебска» / сост. А.В. Каратаева. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015 [3]. В него вошли разработки уроков с внедрением энергосберегающего компонента:

- по предмету «Человек и мир» по теме «Природа вокруг тебя. Природа живая и неживая. Что такое энергия? Источники энергии», 2 класс;
- по предмету «Человек и мир» по теме «Вода – ценный дар природы. Вода и здоровье человека. Правила бережного отношения к воде», 2 класс;
- по белорусскому языку по теме «Прыметнік як часціна мовы», 4 класс;
- по истории по теме «Жизнь людей в Московской Руси», 7 класс;

- по истории по теме «Цивилизации Тропической Африки и Америки», 7 класс;
- по географии по теме «Внутренние воды Евразии», 9 класс;
- по географии по теме «Альтернативные источники энергии в Европе», 9 класс;
- по биологии по теме «Фотосинтез», 10 класс;
- по химии по теме «Водород», 10 класс.

Таблица 3

**Результаты работы второго этапа проекта**

Планируемые задачи	Реализация задач
1. Интеграция вопросов энергосбережения через систему учебных занятий, систему дополнительного образования.	Вопросы энергосбережения включены в учебный процесс 2–10 классов гимназии.
2. Организация просветительской работы с учащимися, родителями, жителями микрорайона.	Семинары-тренинги для родителей учащихся на 1-й ступени обучения «Энергосбережение в быту», на 2-й и 3-й ступени обучения «Энергосбережение для всех поколений», активная лекция для жителей микрорайона на базе учебно-методического центра по экологии и энергосбережению «Энергосбережение в домашнем хозяйстве».
3. Разработка и реализация плана совместных мероприятий с кафедрой экологии и охраны природы биологического факультета ВГУ имени П.М. Машерова.	1. Совместное заседание кафедр гимназии и вуза по теме «Реализация инновационных проектов. Консультирование и внедрение методик экологических исследований и энергосберегающих проектов». 2. Обучающий семинар «Организация исследовательской и проектной деятельности в области экологии и энергосбережения». 3. Работа секции «Экология и здоровье. Энергосбережение» XIV внутривузовской конференции исследовательских работ обучающихся (5–11 классы).
4. Развитие профессиональной компетентности педагогов в области энергосберегающих технологий.	1. Постоянно действующий семинар-практикум «Деятельность педагогического коллектива по реализации проекта “Внедрение модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления”». 2. Заседания учебно-методических формирований по энергосберегающей тематике. 3. Обучающие семинары по теме проекта.
5. Расширение деятельности партнерской сети.	1. Привлечение преподавателей ВГУ имени П.М. Машерова, сотрудников ВОИРО к проведению мероприятий с педагогами и детьми. 2. Обмен опытом в области экологии и энергосбережения на республиканском семинаре для педагогов учреждений общего среднего образования Витебской, Гомельской, Могилевской областей «Внедрение модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления». 3. Обмен опытом на областном семинаре «Создание системы работы по воспитанию культуры энергосбережения». 4. Сотрудничество с педагогами МУОБ г. Рудня № 1 (Россия) по работе с обучающимися в области экологии и энергосбережения.
6. Организация работы волонтерского отряда с населением по вопросам энергосбережения.	На базе девятых классов гимназии организован волонтерский отряд «Эколюди» по работе с населением по вопросам энергосбережения. Волонтеры участвовали в различных городских акциях, организовали свои.
7. Участие в конкурсах проектов по энергоэффективности, конференциях, дистанционных играх экологического и энергосберегающего направления.	1. Конкурс проектов по экономии и бережливости «Энергомарафон» (номинация «Лучший практический центр (музей) по энергосбережению» – 2 место; номинация «Лучший педагогический работник по организации работы по воспитанию культуры энергосбережения у обучающихся» – 3 место). 2. Конкурс детских научно-практических проектов эколого-биологической тематики «Прозрачные волны Нарочи» (номинация «Инициатива обучающихся в развитии экологического просвещения населения» – диплом 1 степени). 3. Проект «Проблемы утилизации батареек в Республике Беларусь». 4. Разработка видеороликов и плакатов.

В соответствии с целью и задачами третьего обобщающе-рефлексивного этапа проекта была разработана модель формирования у субъектов образовательного пространства гимназии и социума компетенций энерго- и ресурсосбережения.

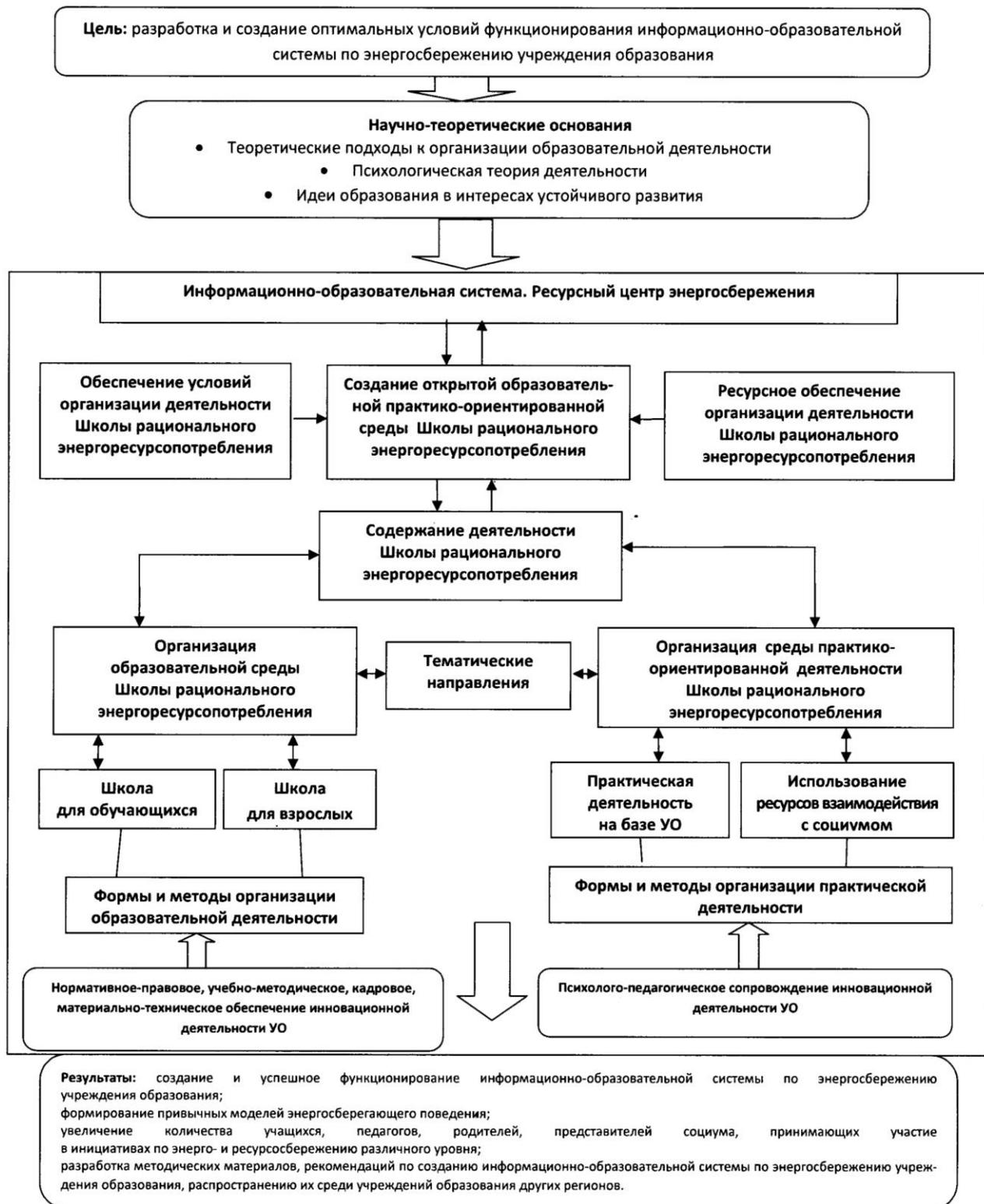


Рис. Модель формирования у субъектов образовательного пространства гимназии и социума компетенций энерго- и ресурсосбережения.

**Заключение.** Таким образом, в результате проекта «Внедрение модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления», реализованного на базе ГУО «Гимназия № 6 г. Витебска» (филиала кафедры экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова) создана и успешно функционирует информационно-образовательная система по энергосбережению, определены

условия для формирования привычных моделей энергосберегающего поведения, разработаны методические материалы по внедрению энергосберегающего компонента в учебные предметы.

Значимость внедрения модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления для гимназии заключается в переходе на более высокий уровень функционирования информационно-образовательной системы по энергосбережению для широких слоев населения, в обновлении форм и методов воспитания культуры энергоресурсопотребления, увеличении количества учащихся, педагогов, родителей, представителей социума, принимающих участие в инициативах по энерго- и ресурсосбережению различного уровня, разработке методических материалов, рекомендаций по созданию информационно-образовательной системы по энергосбережению учреждения образования.

*Выражаем благодарность разработчикам и консультантам научно-методического сопровождения проекта: кандидату педагогических наук, доценту ВГУ имени П.М. Машерова И.В. Галузо и начальнику центра идеологической, воспитательной и социально-педагогической работы государственного учреждения образования «Витебский областной институт развития образования» И.А. Ситниковой.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ситникова, И.А. Создание в учреждении образования системы работы по воспитанию культуры энергосбережения / И.А. Ситникова // Кіраванне ў адукацыі. – 2011. – № 3. – С. 46–55.
2. Большакова, С.А. Анализ норм Республиканской программы энергосбережения на 2011–2015 гг. / С.А. Большакова // Энергоэффективность. – 2011. – № 1. – С. 3–8.
3. Внедрение энергосберегающего компонента в содержание различных учебных предметов. Опыт педагогов государственного учреждения образования «Гимназия № 6 г. Витебска» / сост. А.В. Каратаева. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 51 с.

## REFERENCES

1. Sitnikova, I.A. Creation in the educational institution of a system of work on the education of a culture of energy saving / I.A. Sitnikova // Management in Education. – 2011. – № 3. – P. 46–55.
2. Bolshakova, S.A. Analysis of the norms of the Republican energy saving program for 2011–2015 / S.A. Bolshakova // Energy Efficiency. – 2011. – № 1. – P. 3–8.
3. Introduction of energy-saving component in the content of various academic subjects. Experience of teachers of the state educational institution «Gymnasium № 6 Vitebsk» / Comp. A.V. Karataeva. – Vitebsk State P.M. Masherov University, 2015. – 51 p.

*Поступила в редакцию 19.03.2018*

**Адрес для корреспонденции:** e-mail: Inna.Litvenkova@yandex.ru – Литвенкова И.А.

## Оценка результативности социально-культурного партнерства в формировании ценностного отношения к семье

И.А. Семкина

*Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»*

*В современном обществе идет поиск новых путей формирования ценностного отношения подрастающего поколения к семье для сохранения традиционной семьи и семейно-родственных отношений. В качестве альтернативы в нашем исследовании мы предлагаем социально-культурное партнерство, которое определено нами как форма межведомственного (межсубъектного) взаимодействия с иерархической и упорядоченной системой процедур, выполнение которых в качестве фактора влияет на процесс формирования ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье.*

*Цель данной статьи – оценка результативности социально-культурного партнерства в формировании ценностного отношения учащихся колледжей к семье.*

**Материал и методы.** *В качестве баз исследования нами были выбраны учреждения культуры г. Витебска. Для реализации цели использовались следующие методы: терминологический, аналогии, анализа, обобщение психолого-педагогического опыта, «Ролевые ожидания и притязания в браке» А.Н. Волковой, авторская диагностическая методика ценностного отношения к семье, математической статистики.*

**Результаты и их обсуждение.** *В статье представлен исторический анализ исследований проблемы ценностного отношения к семье. Особое внимание уделено рассмотрению подходов к выявлению сущности и структуры социально-культурного партнерства в теории и методике социально-культурной деятельности. Определен педагогический потенциал социально-культурного партнерства в формировании ценностного отношения к семье у девушек-учащихся колледжей. Даны основные терминологические понятия «социально-культурное партнерство», «ценностное отношение к семье», рассмотрена структура ценностного отношения к семье, проанализированы полученные эмпирические данные контрольного этапа исследования.*

**Заключение.** *Положительная динамика уровней изучаемых компонентов ценностного отношения учащихся колледжей к семье в экспериментальной и контрольных группах позволяет нам отметить эффективность реализации методики формирования ценностного отношения к семье в условиях социально-культурного партнерства.*

**Ключевые слова:** *социально-культурное партнерство, ценностное отношение к семье, учащиеся колледжей.*

## Evaluation of Social and Cultural Partnership Effectiveness in Shaping Value Attitude to the Family

I.A. Siomkina

*Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»*

*In contemporary society there is a search for new ways of shaping value attitude of the younger generation to the family in order to preserve traditional family and family relations. As an alternative, in our study we propose social and cultural partnership, which we define as a form of inter-agent (inter-subject) interaction with a hierarchical and orderly system of procedures, the implementation of which is a factor that influences the process of shaping value attitude to the family among female college students.*

*The purpose of this article is to evaluate the effectiveness of social and cultural partnership in shaping value attitude to the family among college students.*

**Material and methods.** *The study was carried out at cultural establishments in Vitebsk. To reach the goal of the study the following methods were used: terminological, analogy, analysis method, generalization of psychological and pedagogical expertise, «Role expectations and claims in marriage» by A.N. Volkova, author's diagnostic methodology of the value attitude to the family, methods of mathematical statistics.*

**Findings and their discussion.** *A historical analysis of the studies of the issue of the value attitude to the family is presented in the article. Particular attention is given to the consideration of the approaches to the identification of the essence and structure of*

*social and cultural partnership in the theory and methodology of social and cultural activity. We have identified the pedagogical potential of social and cultural partnership in shaping value attitude of female college students to the family. The basic terminological concepts of «social and cultural partnership», «value attitude to the family» are covered in the article, the structure of the value attitude to the family is considered, and the empirical data obtained at the control stage of the study are analyzed.*

**Conclusion.** *The improvement at the levels of the studied components of the value attitude to the family among female college students in the experimental and control groups allows us to conclude that the methodology of shaping the value attitude to the family in the conditions of social and cultural partnership is effective.*

**Key words:** *social and cultural partnership, value attitude to the family, college students.*

**П**роблема формирования ценностного отношения человека к семье, несомненно, имеет длительную историю и является предметом изучения деятелей различных отраслей науки, культуры и искусства, начиная со времен античности и до наших дней.

Исследования в данной области получили развитие в 50-е гг. XX века: Е.А. Аркин, А.Е. Андрианова, А.В. Веденов подчеркивали роль семьи и школы в формировании качества достойного гражданина, высококвалифицированного специалиста и ответственного семьянина.

В 60–70-е гг. XX века появляются работы Э.К. Васильевой, Н.Н. Обозова, В.А. Сухомлинского, А.Г. Харчева и других ученых. Так, значимость педагогических концепций В.А. Сухомлинского для нашего исследования очевидна. Подготовку молодежи к брачно-семейным отношениям он представлял как воспитание сознательного отношения к семейным ценностям и считал это приоритетным направлением в школьном образовании. «Знают наши дети множество нужных (а иногда и не очень нужных) вещей..., но ничего не знают о том, как человеку готовиться к семейной жизни, что это значит – быть женой и мужем, матерью и отцом своих детей. Учим мы в школе всему, но не самому главному – не учим жить в семье» [1, с. 38].

Большой интерес представляют исследования 80–90-х гг. XX века, в которых содержатся материалы о средствах и формах воспитания нравственных качеств будущего семьянина, подготовке к самостоятельной семейной жизни с ориентациями на ценности семьи (И.В. Бестужев-Лада, И.В. Гребенников, Г.П. Разумихина, Т.А. Куликова, А.Я. Студенте, Т.А. Флоренская, В.Э. Чудновский и др.). Многие ученые (Д.Н. Исаев, В.Е. Каган, Д.Э. Капустин, Д.В. Колесов, И.С. Кон, Н.Б. Сельверова) рассматривали воспитание ребенка, способного к созданию собственной семьи и оптимальному эмоциональному и деловому сотрудничеству в ней, через призму полового воспитания. В социальной и семейной педагогике проблемы воспитания будущего семьянина в процессе практической работы с семьей рассматривали Ю.В. Васильков, Т.А. Василькова, А.Н. Ганичева, О.Л. Зверева, Т.А. Куликова, А.В. Мудрик, С.Д. Поляков.

Глубоко и всесторонне представлена проблема готовности к браку и семейной жизни, способности быть семьянином в трудах Н.С. Верещагиной, Д.И. Водзинского, И.В. Дубровиной, С.В. Ковалева, А.И. Кочетова, Б.С. Круглова. Они анализируют ответственное отношение к семейной жизни у подрастающего поколения как целенаправленное выражение личности, включающее ее убеждения, взгляды, мотивы, отношения, чувства, волевые и интеллектуальные качества, знания, навыки, умения, настроенность на определенное поведение.

Одна часть научных исследований рассматривает в качестве условий формирования семейных ценностей, готовности к семейной жизни и ценностного отношения к семье функционирование триады «школа–ребенок–семья»; другая – учреждения дополнительного образования.

Однако в современном обществе становится все более очевидным, что традиционные условия, формы и методы формирования ценностных ориентаций у подрастающего поколения себя изжили, необходим поиск разумной альтернативы. В этом контексте, на наш взгляд, актуальным является обращение к психолого-педагогическому потенциалу социально-культурной деятельности как особой отрасли педагогики, в процессе реализации которой возможно создание методики формирования ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье в условиях социально-культурного партнерства. Эти обстоятельства актуализируют осмысление процесса формирования ценностного отношения к семье.

Цель данной статьи – оценка результативности социально-культурного партнерства как условия формирования ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье посредством адаптированного диагностического инструментария.

**Материал и методы.** В качестве баз исследования нами были выбраны учреждения культуры г. Витебска. Для реализации цели использовались следующие методы: терминологический, аналогии, анализа, обобщение психолого-педагогического опыта, «Ролевые ожидания и притязания в браке» (РОП) А.Н. Волковой (женский вариант), авторская диагностическая методика ценностного отношения к семье, математической статистики.

**Результаты и их обсуждение.** Идея социального партнерства не является инновационной для отечественного образования и воспитания. Для нашего исследования было важно выделение термина «социально-культурное партнерство» в теории и методике социально-культурной деятельности. Практика советской школы

была основана на системном подходе в подготовке к браку и семье и включала в себя компоненты социального партнерства. В контексте нашего исследования заслуживает внимание позиция Т.И. Александровой о том, что социальное партнерство в образовании – это процесс взаимодействия, при котором представители различных социальных групп, имеющих собственные интересы в сфере образования, организуют совместную деятельность для повышения данного взаимодействия [2]. И.А. Хоменко отмечает, что социальное партнерство как особый тип совместной деятельности между субъектами образовательного процесса характеризуется доверием, общими целями и ценностями, добровольностью и долговременностью отношений, а также признанием взаимной ответственности сторон за результат их сотрудничества и развития [3, с. 85].

Изучение и анализ основных подходов к понятию социального партнерства в образовании позволили нам выделить три модуля данного педагогического явления в научном дискурсе:

- социальное партнерство как социальное действие (например, фактор адаптации студента; фактор повышения качества образования и др.);
- социальное партнерство как взаимодействие субъектов (например, школы и музея; социальных институтов и учреждений дополнительного образования; школы и семьи и др.);
- социальное партнерство как социокультурный феномен (например, в сфере занятости населения; в сфере реализации молодежной политики) [4, с. 105].

Социально-культурное партнерство в нашем исследовании выступает фактором и условием культурной инновации, а через культуру – фактором развития самих социальных субъектов (социальных структур). Назначение культуры – способствовать формированию духовно целостной личности, преодолению ее социально-ролевой ограниченности в процессе ценностно-ориентированной активности. С другой стороны, само социально-культурное партнерство является проявлением реального феномена социальной системы, суть результат, продукт взаимодействия культурных образцов: ценностей, норм, мотиваций. Культура детерминирует связи социальных партнеров, формирует нормы, образцы их поведения, определяет институциональные формы партнерства.

Как отметил М.А. Ариарский, задача не только в том, чтобы человек приобрел все богатство культуры, а в том, «чтобы он отождествил свое “Я” с содержанием культуры, соединив с ним свою жизнь, с его целями свои цели и тем самым приобретя смысл своей жизнедеятельности» [5, с. 129].

Следовательно, социально-культурная деятельность – это деятельность самого человека по освоению социально-культурных ценностей. По мнению Я.Д. Григорович, организация данной деятельности (в нашем случае посредством социально-культурного партнерства) – это процесс деятельности специалистов по созданию условий для мотивированного выбора личностью предметной деятельности, потребностей, деятельности по освоению, сохранению, развитию и распространению социально-культурных ценностей [6, с. 75]. С правомочностью такого подхода согласны и ученые российской школы (Т.Г. Киселева, Ю.Д. Красильников) [7, с. 74]. Однако мы согласны и с суждением М. Гончар о том, что партнерство как межгрупповая форма взаимодействия возникает тогда, когда социальные группы осознают невозможность достижения групповых целей без кооперации с другими сообществами.

В нашем исследовании мы рассматриваем *социально-культурное партнерство* как форму межведомственного (межсубъектного) взаимодействия с иерархической и упорядоченной системой процедур, выполнение которых гарантирует достижение результата в процессе формирования ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье.

Социально-культурное партнерство по отношению к нашим объектам следует понимать как:

- партнерство внутри системы колледжей, библиотек, театра, областного методического центра народного творчества, филармонии, музея;
- партнерство, в которое вступают педагогическое и культурное сообщество, контактируя и передавая наработанный опыт;
- партнерство, целью которого является формирование ценностного отношения к семье.

Взаимодействие участников партнерской сети представлено графически на рис. 1.

Конкретизируя потенциал каждого социально-культурного партнера, следует отметить, что выбор данных субъектов осуществлялся на основе территориального признака и анализа имеющихся дополнительных функций каждого учреждения культуры. По выражению Р.К. Шеметило, кроме доминирующей функции, каждый социокультурный институт выполняет целый комплекс побочных функций, тем самым осуществляя интеграцию культурной деятельности в ее целостности [8, с. 11].

Организация социально-культурного партнерства с учреждениями-партнерами позволила осуществить внедрение методики формирования ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье.

Изучение психолого-педагогической литературы дало возможность вычленить понятие «ценностное отношение девушек-учащихся колледжей к семье» для нашего исследования, где «ценностное отношение девушек-учащихся колледжей к семье» представляем как интегральное динамическое свойство личности, которое проявляется в дей-

ствии личностных ценностных предпочтений девушек-учащихся колледжей к семье и задает направленность и мотивированность всей жизни. Структура ценностного отношения к семье включает в себя мотивационный, когнитивный, эмоционально-чувственный, нормативно-правовой, деятельностный компоненты.

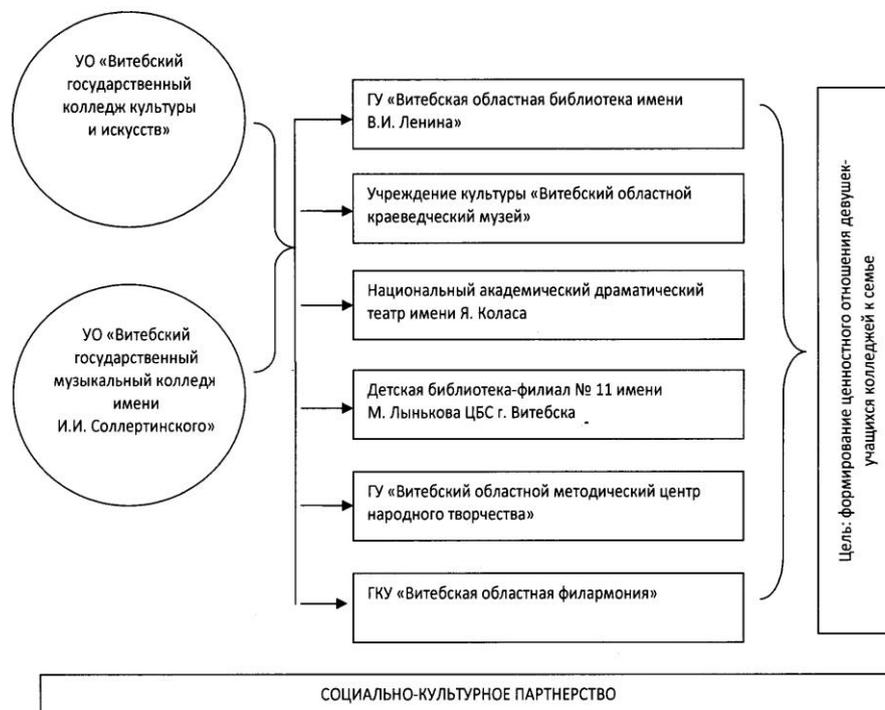


Рис. 1. Участники социально-культурного партнерства.

Для оценки результативности социально-культурного партнерства мы на заключительном этапе внедрения авторской методики провели контрольный эксперимент, который позволил сравнить уровни развития ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье в экспериментальной группе на основании повторной диагностики и оценить эффективность экспериментальной методики развития ценностного отношения к семье в условиях социально-культурного партнерства. Также было осуществлено сравнение показателей экспериментальной и контрольной группы для оценки изменений с учетом возрастной динамики развития. Наличие изменений как внутри каждой из исследуемых групп, так и между группами позволит провести дифференцировку вклада факторов возрастных изменений и опытно-экспериментальной работы в целом.

Оценка эффективности разработанной нами методики производилась посредством использования t-критерия Стьюдента для связанных выборок. Вычисление указанного критерия осуществлялось по результатам каждой из диагностических методик в отдельности, а также по динамике уровня исследуемых нами категорий. Оценка достоверности различий в контрольной и экспериментальной группах проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни (для двух независимых выборок). Кроме того, в целях анализа возможностей методики полученные данные представлены в дополнительных отдельных таблицах. Соотношение диагностического материала и структурных компонентов ценностного отношения к семье было выявлено нами на этапе констатирующего эксперимента [9].

Результаты изучения различий в показателях контрольной и экспериментальной группы, полученных с помощью опросника «Ролевые ожидания и притязания в браке» (РОП) А.Н. Волковой (женский вариант), после формирующего этапа эксперимента представлены в табл. 1.

В табл. 1, по всем показателям имеются различия между исследуемыми группами. Различия являются статистически значимыми на уровне  $p \leq 0,01$  за исключением критериев «Интимно-сексуальная» и «Социальная активность ожидание». В большей степени отличаются показатели по шкалам «Эмоционально-психотерапевтическая притязание» (среднее значение 42,99 в контрольной группе и 78,01 – в экспериментальной группе) и «Родительско-воспитательная притязание» (среднее значение 43,66 в контрольной группе и 77,34 – в экспериментальной группе). Менее всего различия существуют по показателю «Родительско-воспитательная ожидание» (среднее значение 54,92 в контрольной группе и 66,08 – в экспериментальной группе) между контрольной и экспериментальной группами. При этом необходимо отметить, что внутри контрольной группы также произошли изменения в ценностных отношениях девушек, что может свидетельствовать о наличии возрастной динамики.

**Динамика изменений в системе ценностей испытуемых контрольной и экспериментальной группы после проведения формирующего этапа эксперимента (методика А.Н. Волковой)**

Шкала по методике А.Н. Волковой	Группы	Показатели
Интимно-сексуальная	контрольная группа	58,15
	экспериментальная группа	62,85
Личностная идентификация с супругом	контрольная группа	46,17
	экспериментальная группа	74,83
Хозяйственно-бытовая (ожидание)	контрольная группа	51,03
	экспериментальная группа	69,97
Хозяйственно-бытовая (притязание)	контрольная группа	48,92
	экспериментальная группа	72,08
Родительско-воспитательная (ожидание)	контрольная группа	54,92
	экспериментальная группа	66,08
Родительско-воспитательная (притязание)	контрольная группа	43,66
	экспериментальная группа	77,34
Социальная активность (ожидание)	контрольная группа	56,53
	экспериментальная группа	64,48
Социальная активность (притязание)	контрольная группа	46,33
	экспериментальная группа	74,67
Эмоционально-психотерапевтическая (ожидание)	контрольная группа	51,50
	экспериментальная группа	69,50
Эмоционально-психотерапевтическая (притязание)	контрольная группа	42,99
	экспериментальная группа	78,01
Внешняя привлекательность (ожидание)	контрольная группа	53,83
	экспериментальная группа	67,18
Внешняя привлекательность (притязание)	контрольная группа	48,08
	экспериментальная группа	72,92

Результаты изучения различий в показателях контрольной и экспериментальной групп, полученных с помощью авторской модификации методики диагностики системы ценностных ориентаций личности Е.Б. Фанталовой, после формирующего этапа эксперимента представлены в табл. 2.

Как видно из данных, представленных в табл. 2, по всем показателям имеются различия между исследуемыми группами. Различия являются статистически значимыми на уровне  $p \leq 0,01$  за исключением суждений 31 и 34. В большей степени отличаются показатели по второму блоку – нормативно-правовые показатели ценностного отношения к семье, официальной регистрации брака (среднее значение 40,10 в контрольной группе и 80,90 – в экспериментальной группе) и пятому блоку – отношение к традициям, родителям (среднее значение 40,08 в контрольной группе и 80,92 – в экспериментальной группе). Менее всего различия существуют по показателям третьего блока: отношение к реализации родительской роли (среднее значение 48,83 в контрольной группе и 72,18 – в экспериментальной группе) между контрольной и экспериментальной группами. При этом также необходимо отметить, что внутри контрольной группы также произошли изменения в ценностных отношениях девушек, что может свидетельствовать о наличии возрастной динамики.

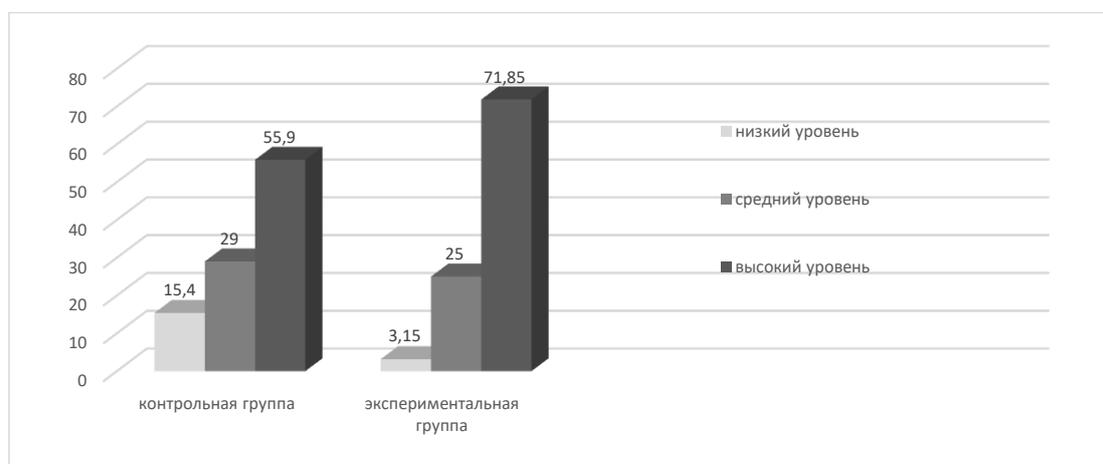
Дальнейший анализ изменений, произошедших в ценностном отношении девушек-учащихся колледжей к семье, контрольной и экспериментальной групп и, следовательно, оценка эффективности разработанной методики проводилась посредством сопоставления динамики уровня развития каждого из пяти выделенных на этапе констатирующего эксперимента компонентов (мотивационный, когнитивный, эмоционально-чувственный, нормативно-правовой, деятельностный) между выделенными группами.

**Динамика изменений в системе ценностей испытуемых контрольной и экспериментальной группы после проведения формирующего этапа эксперимента по авторской модифицированной методике Е.Б. Фанталовой**

Блоки по авторской модифицированной методике Е.Б. Фанталовой	Группы	Показатели
Блок 1	контрольная группа	46,58
	экспериментальная группа	74,42
Блок 2	контрольная группа	40,10
	экспериментальная группа	80,90
Блок 3	контрольная группа	48,83
	экспериментальная группа	72,18
Блок 4	контрольная группа	47,53
	экспериментальная группа	73,47
Блок 5	контрольная группа	40,08
	экспериментальная группа	80,92
Блок 6 (утверждение 31)	контрольная группа	56,53
	экспериментальная группа	64,47
Блок 7 (утверждение 32)	контрольная группа	53,97
	экспериментальная группа	67,03
Блок 8 (утверждение 33)	контрольная группа	52,17
	экспериментальная группа	68,83
Блок 9 (утверждение 34)	контрольная группа	63,82
	экспериментальная группа	57,18
Блок 10 (утверждение 35)	контрольная группа	49,64
	экспериментальная группа	71,36

Результаты диагностики по уровням сформированности мотивационного компонента ценностного отношения к семье испытуемых контрольной и экспериментальной групп отражены на рис. 2.

При реализации методики и формировании мотивационного компонента был проведен комплекс мероприятий, среди которых можно выделить литературный вечер «О любви», комплексную игровую программу «Ты женщина! И этим ты права!», музыкально-поэтическую гостиную «Счастлив тот, кто счастлив дома», театрализованный праздник «Семья вместе – душа на месте», выставка-презентация «Творчество без границ» и другие мероприятия.



**Рис. 2. Динамика уровней сформированности мотивационного компонента ценностного отношения к семье в контрольной и экспериментальной группах.**

Общая положительная динамика полученных данных свидетельствует об эффективности и целесообразности проделанной работы. С целью диагностики сформированности когнитивного компонента в экспериментальной группе после формирующего эксперимента было проведено повторное исследование по выявлению уровня его развития у девушек-учащихся колледжей обеих изучаемых групп. Проведенные мероприятия включали творческий вечер «Театральные династии», аналитическую презентацию «Семейный альбом». Стоит отметить, что подобные социокультурные мероприятия зачастую соединяют в себе развиваемые компоненты: когнитивный тесно переплетен с нормативно-правовым (примером могут стать такие мероприятия, как информационно-дискуссионная программа «Жизнь без насилия в семье», круглый стол «Брак и семья: права и обязанности» и т.д.), когнитивный и эмоционально-чувственный (концертно-познавательная программа «Соткать душу из нот»).

Сопоставление результатов диагностики контрольной и экспериментальной групп по уровням сформированности когнитивного компонента ценностного отношения к семье, достигнутых после формирующего этапа, отражено на рис. 3.

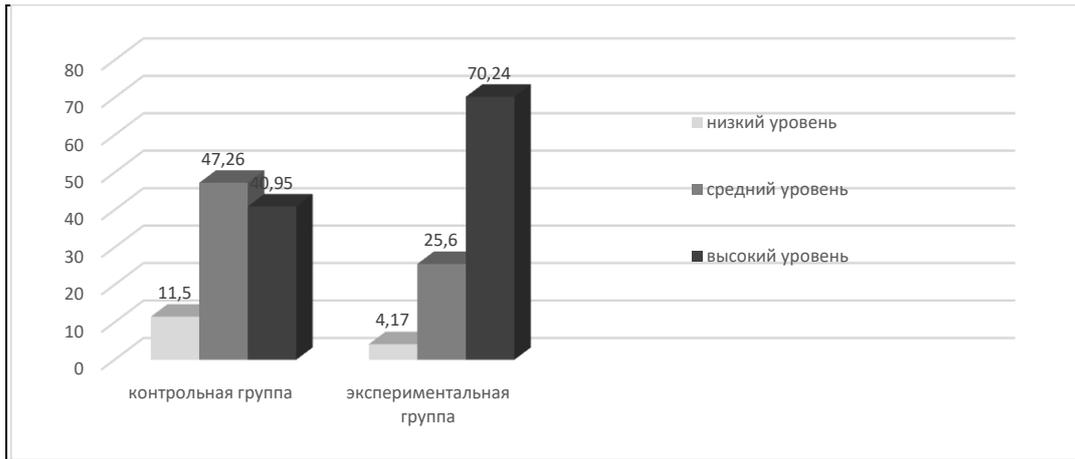


Рис. 3. Динамика уровней сформированности когнитивного компонента ценностного отношения к семье в контрольной и экспериментальной группах.

Сопоставление результатов диагностики контрольной и экспериментальной групп по уровням сформированности нормативно-правового компонента ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье, достигнутых после формирующего этапа, дано на рис. 4.

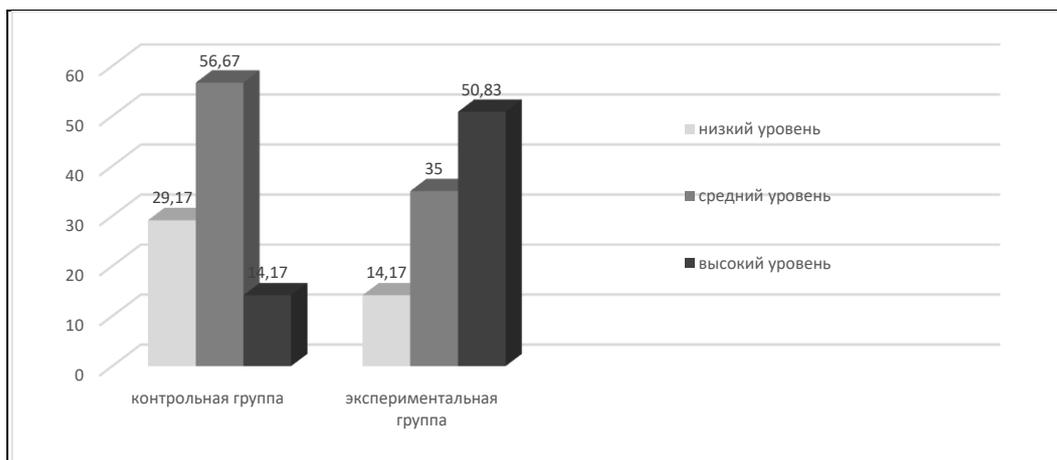


Рис. 4. Динамика уровней сформированности нормативно-правового компонента ценностного отношения к семье в контрольной и экспериментальной группах.

Рассмотрение данных, представленных на рис. 4, позволяет нам говорить о наличии положительных изменений и в пределах нормативно-правового критерия. Однако в данном случае максимально представленным (по сравнению с другими критериями) остается низкий уровень развития.

Предложенные на рис. 5 результаты подтверждают наличие положительной динамики, как и в случае с мотивационным компонентом. Результаты диагностики контрольной и экспериментальной групп по уровням

сформированности эмоционально-чувственного компонента ценностного отношения к семье, полученные на заключительном этапе, отражены на рис. 5.

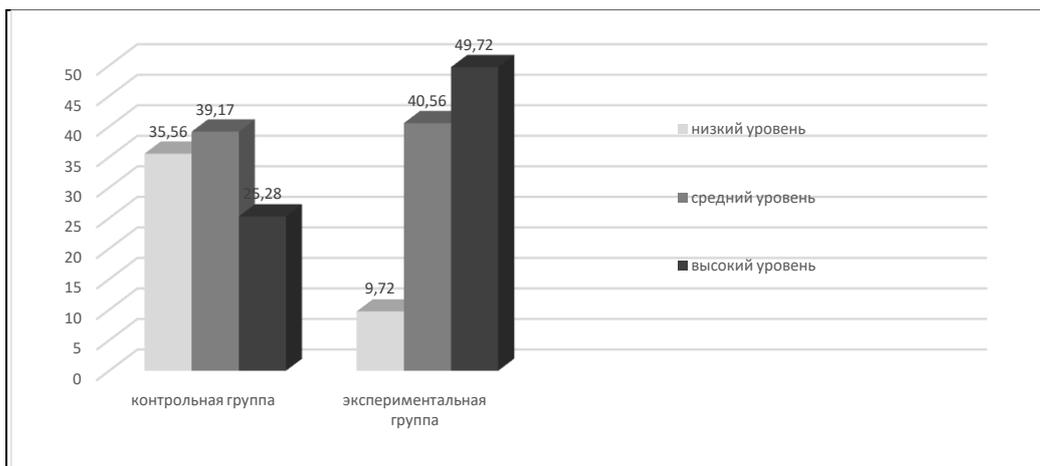


Рис. 5. Динамика уровней сформированности эмоционально-чувственного компонента ценностного отношения к семье в контрольной и экспериментальной группах.

Были реализованы благотворительная акция «От сердца к сердцу», выставка «Мир глазами женщин», фольклорно-обрядовый праздник «Смотрины» и др. Подвергнув анализу данные, представленные на рис. 5, мы можем говорить также и об изменении в характеристиках эмоционально-чувственного компонента в направлении улучшения результатов.

Результаты диагностики контрольной и экспериментальной групп по уровням сформированности деятельностного компонента ценностного отношения к семье, полученные на заключительном этапе, отражены на рис. 6.

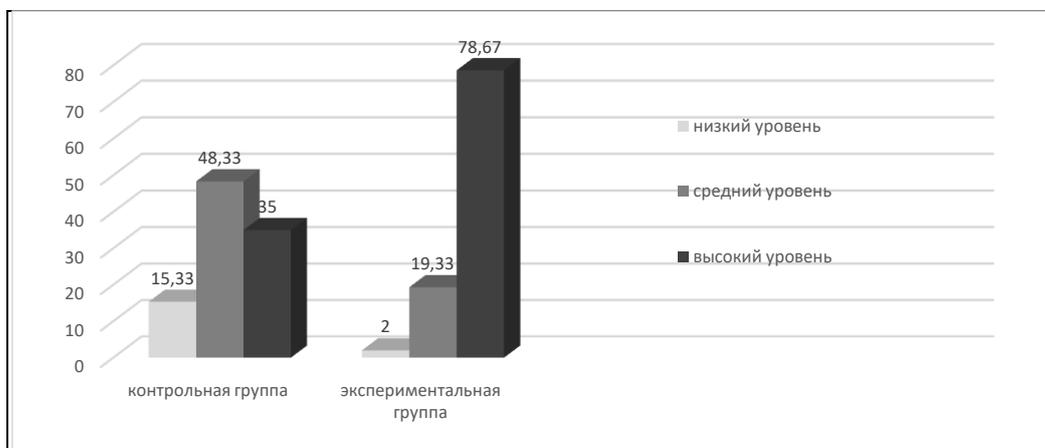


Рис. 6. Динамика уровней сформированности деятельностного компонента ценностного отношения к семье в контрольной и экспериментальной группах.

Данные, представленные на рис. 6, демонстрируют возможность изменений переменных, составляющих деятельностного компонента ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье. При этом мы также можем говорить о максимальном приросте высокого уровня присутствия данного компонента в исследуемой выборке лиц. Комплекс проводимых мероприятий включал театрализованное представление «Мамина сказка», музыкальный праздник «Танцуй вместе с нами», конкурс плакатов «Мой родовод», театрализованную анимацию «Мы счастливая семья» и многие другие.

Анализ статистической достоверности выявленных различий проводился с помощью t-критерия Стьюдента. Было обнаружено, что различия между уровнями развития компонентов ценностного отношения к семье в контрольной и экспериментальной группах статистически значимы.

**Заключение.** При сравнении результатов контрольного этапа исследования участников контрольной и экспериментальной групп по уровню сформированности компонентов (мотивационного, когнитивного, эмоцио-

нально-чувственного, нормативно-правового, деятельностного) ценностного отношения девушек-учащихся колледжей к семье в условиях социально-культурного партнерства выявлены статистически достоверные различия. Полученные данные свидетельствуют о положительной динамике сформированности названных выше компонентов в экспериментальной группе после завершения формирующего эксперимента. Статистически достоверные материалы позволяют нам сделать вывод об эффективности реализации методики формирования ценностного отношения к семье в условиях социально-культурного партнерства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухомлинский, В.А. Как воспитать настоящего человека. Педагогическое наследие / В.А. Сухомлинский. – М.: Педагогика, 1990. – 286 с.
2. Александрова, Т.И. Взаимодействие ДОО с другими социальными институтами / Т.И. Александрова // Управление дошкольными образовательными учреждениями. – 2003. – № 4. – С. 29–32.
3. Хоменко, И.А. Школа и родители: этапы развития социального партнерства / И.А. Хоменко // Директор школы. – 2007. – № 4. – С. 83–88.
4. Ятусевич, И.А. Социокультурное партнерство как фактор формирования ценностного отношения к семье у девушек-подростков / И.А. Ятусевич, Н.В. Самерсова // Вест. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2012. – № 5(71). – С. 103–107.
5. Ариарский, М.А. Прикладная культурология / М.А. Ариарский. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: ЭГО, 2001. – 288 с.
6. Грыгаровіч, Я.Д. Псіхалага-педагагічная сутнасць сацыяльнакультурнай дзейнасці / Я.Д. Грыгаровіч // Вестн. Бел. дзярж. ун-та культуры і мастацтваў. – 2003. – № 2. – С. 72–77.
7. Киселева, Т.Г. Социально-культурная деятельность / Т.Г. Киселева, Ю.Д. Красильников. – М.: МГУК, 2004. – 238 с.
8. Шеметило, Р.К. Социальные институты культуры, особенности функционирования и развития [Текст]: автореф. ... дис. канд. филос. наук: 09.00.01 / Р.К. Шеметило. – Свердловск, 1978. – С. 20.
9. Семкина, И.А. Характеристика диагностического инструментария ценностного отношения к семье / И.А. Семкина // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2016. – № 2(91). – С. 103–109.

REFERENCES

1. Sukhomlinski V.A. *Kak vospitat nastoyashchego cheloveka. Pedagogicheskoye naslediyе* [How to Raise a Real Human. Pedagogical Heritage], M., Pedagogika, 1990, 286 p.
2. Aleksandrova T.I. *Upravleniye doshkolnymi obrazovatel'nimi uchrezhdeniyami* [Management of Preschool Educational Establishments], 2003, 4, pp. 29–32.
3. Khomenko I.A. *Direktor shkoli* [School Headmaster], 2007, 4, pp. 83–88.
4. Yatusевич I.A., Samersova N.V. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2012, 5(71), pp. 103–107.
5. Ariarski M.A. *Prikladnaya kulturologiya* [Applied Cultural Studies], SPb., EGO, 2001, 288 p.
6. Grygarovich Ya.D. *Vestnik belaruskaga dziazhaunaga universiteta kulturi i mastatstvau* [Journal of Belarusian State University of Culture and Arts], 2003, 2, pp. 72–77.
7. Kiseleva T.G., Krasilnikov Yu.D. *Sotsialno-kulturnaya deyatelnost* [Social and Cultural Activity], M., MGUK, 2004, 238 p.
8. Shemetilo R.K. *Sotsialniye instituti kulturi, osobennosti funktsionirovaniya i razvitiya: avtoref. ... dis. kand. filos. nauk* [Social Institutions of Culture, Features of Functioning and Development, PhD (Philosophy) Dissertation Summary], Sverdlovsk, 1978, 20 p.
9. Siomkina I.A. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2016, 2(91), pp. 103–109.

Поступила в редакцию 21.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: IrinaSiomkina@yandex.ru – Семкина И.А.

# Организация внеаудиторной работы студентов по иностранному языку как способ повышения уровня владения иноязычной коммуникативной компетенцией на примере Кубанского государственного технологического университета

О.Н. Лихачева

*Кубанский государственный технологический университет  
(Краснодар, Российская Федерация)*

*В данной статье рассматриваются аспекты внеаудиторной деятельности студентов неязыковых вузов по иностранному языку на примере ведущего вуза Кубани. Актуальность работы заключается в растущей востребованности иностранного языка в современном обществе и важности внеаудиторной деятельности как составного компонента обучения.*

*Цель статьи – разработка рекомендаций по организации внеаудиторной деятельности студентов технических вузов с позиции иностранного языка и применению соответствующих методик на практике.*

**Материал и методы.** *Исследование проходило на базе Кубанского государственного технологического университета. Материалом послужила внеаудиторная работа студентов в рамках иностранного языка в неязыковом вузе. При этом использовались дескриптивный и сравнительный методы, а также комплекс эмпирических методов.*

**Результаты и их обсуждение.** *Определены аспекты самостоятельной работы и внеаудиторной деятельности студентов технических специальностей с учетом специфики обучения иностранному языку в нелингвистическом вузе. Обосновано использование именно тех видов самостоятельной работы, которые способствуют совершенствованию иноязычной коммуникативной компетенции студентов-нелингвистов.*

*Внеаудиторная деятельность особенно важна для студентов неязыковых вузов, так как она во многом способствует формированию и развитию иноязычных навыков устного и письменного общения и в целом повышает культурный уровень студентов технических направлений.*

**Заключение.** *Все указанные выше аспекты самостоятельной работы направлены на совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции студентов неязыковых вузов.*

**Ключевые слова:** *самостоятельная работа, внеаудиторная деятельность, студенты-нелингвисты, техническое направление, неязыковой вуз.*

## Organization of Students' English Extracurricular Activity as a Way of Increasing the Level of Mastering a Foreign Language Communicative Competence on the Example of the Kuban State Technological University

O.N. Likhacheva

*Kuban State Technological University (Krasnodar, Russia)*

*This article covers the aspects of extra-curricular student activity in the sphere of a foreign language in a non-linguistic university on the example of the Kuban State Technological University. The actuality of this work is a growing demand of a foreign language in the modern society and the importance of the extra-curricular work as a component of the academic process.*

*The purpose of the article is development of guidelines on the organization of extracurricular activities of students of technical universities from the perspective of a foreign language and the use of relevant techniques in practice.*

**Material and methods.** The research was held on the basis of the Kuban State Technological University. The material was the students' extracurricular activity in a foreign language in a non-linguistic university. Descriptive and comparative methods are used in this work as well as a number of empiric methods which let us study the issue of independent work at a high level in the frame of a modern non-linguistic university.

**Findings and their discussion.** Aspects of technical students' independent work and extracurricular activity are defined in this article taking into consideration the specificity of teaching a foreign language in a non-linguistic university. The importance of those types of independent work is proved that facilitate the development of a foreign language communicative competence of non-linguistic students.

Extracurricular activity is especially important for non-linguistic students as it facilitates shaping and development of oral and written speech skills and increases the cultural level of technical students.

**Conclusion.** All the above mentioned aspects of independent work are aimed at improving students' foreign language communicative competence at non-linguistic universities.

**Key words:** independent work, extracurricular activity, non-linguistic students, technical direction, a non-linguistic university.

При изучении любого предмета эффективность усвоения материала во многом зависит от правильно организованной самостоятельной работы. Закрепление и отработка изученного в аудитории материала обязательно должны осуществляться студентами самостоятельно, с учетом специфики иностранного языка, его технической направленности и коммуникативного характера. При правильно организованной самостоятельной работе студенты имеют возможность развивать все виды речевой деятельности – чтение, говорение, письмо и аудирование, повышая, таким образом, уровень владения иноязычной коммуникативной компетенцией, что и является конечной целью обучения иностранному языку. Актуальность исследования заключается в том, что материалы по указанной проблематике отражены несистемно, разрозненно, не учитываются региональные особенности, не выявлена специфика изучения иностранного языка в техническом вузе.

Реалии современного общества таковы, что владение иностранным, в особенности английским, языком является базовым фактором при становлении студента как полноценного и качественного специалиста. Данный аспект очень важен для выпускников технического профиля, так как это направление на сегодняшний день востребовано, развивается и имеет тенденции занять лидирующее положение на современном этапе развития науки, техники и технологий.

Качественный и конкурентоспособный инженер должен уметь вести несложную беседу с носителем иностранного языка, читать, понимать и реферировать литературу по специальности, правильно излагать свои научные изыскания на английском языке в устной и письменной форме [1].

Однако это непростая задача как для студента, так и ведущего преподавателя. Известно, что процесс обучения имеет два взаимосвязанных и взаимозависимых компонента, а именно обучаемый и обучающий. Эффективность процесса обучения определяется положительной мотивацией, оптимизационными составляющими, а также самостоятельной работой и правильной ее организацией.

Отметим, что иностранный язык является такой дисциплиной, которая требует огромного самостоятельного труда и постоянной языковой практики. Наши студенты в большинстве случаев лишены возможности общаться на иностранном языке вне аудитории, поэтому самостоятельная лингвистическая составляющая должна обязательно существовать и быть одним из определяющих аспектов.

Цель статьи – разработка рекомендаций по организации внеаудиторной деятельности студентов технических вузов с позиции иностранного языка и применению соответствующих разработок на практике.

**Материал и методы.** Исследование проходило на базе Кубанского государственного технологического университета. Материалом послужила внеаудиторная работа студентов в рамках иностранного языка в неязыковом вузе. При этом использовались дескриптивный и сравнительный методы, а также комплекс эмпирических методов, позволяющих качественно исследовать проблематику самостоятельной работы студентов в условиях современного технического вуза.

**Результаты и их обсуждение.** Мы полагаем, что самостоятельная работа должна быть правильно организована для эффективности процесса обучения студентов неязыковых вузов. В спектр такой работы входят несколько компонентов. Рассмотрим их более подробно на примере Кубанского государственного технологического университета.

Во-первых, это выполнение домашнего задания. Работа непростая, но возможная при ее системности и регулярности. Предполагаемое домашнее задание должно соответствовать требованиям методики преподавания, т.е. быть посильным, но с элементами сложности, логичным с учетом предыдущего и последующего материала, а также интересным. Выполняя его, студент развивает свой творческий потенциал, анализирует и синтезирует информацию, делает выводы, строит фундамент для последующего развития.

Для наших студентов разработаны определенные методические указания, а также пособия по самостоятельной работе в рамках иностранного языка. Это пособия, рекомендуемые пошаговое выполнение домашне-

го задания и типовых заданий в соответствии с дисциплиной: «Иностранный язык», «Деловой иностранный язык», «Практикум иностранного языка в сфере профессиональной коммуникации». Также пособия такого направления распределяются по профилю обучения – они могут предназначаться для студентов нефтегазовой составляющей, для теплоэнергетиков и теплотехников, для студентов факультета машиностроения и автосервиса и пр. Базовым отличием является содержательный компонент, который включает задания на чтение, аудирование, письмо, а также говорение и лексико-грамматический компонент.

Наряду с вышесказанным выполнение упражнений на трансформацию и завершение предложений, подбор верной лексической единицы из синонимического ряда в равной степени будет значительно совершенствовать студенческий вокабуляр. Предлагаемые тексты на аудирование и чтение должны быть интересны и информативны для современного студента. На более продвинутом этапе обучения это обязательно материалы по специальности – тексты, диалоги, викторины, кроссворды, загадки, а также лингвострановедческие труды, способствующие более полному пониманию и уважению чужой культуры, постижению и осознанию собственного культурно-исторического наследия. Для студентов данного уровня домашнее задание следует планировать индивидуально с учетом их потенциальных возможностей [2]. Это делается для поддержания их мотивации к дальнейшему изучению иностранного языка, так как при несложном домашнем задании процесс станет для них неинтересен, и это постепенно приведет к ухудшению их знаний.

Таким образом, задавая домашнее задание в аудитории, мы определяем его ракурс дома, обозначаем степень его выполняемости и правильности, можем увидеть как краткосрочный, так и долгосрочный результат своего труда. Контроль выполняемости домашнего задания студентами также обязателен, поощрение и порицание способствуют дальнейшему развитию уровня студенческой компетенции и являются немаловажными аспектами учебного процесса.

Во-вторых, внеаудиторная деятельность, направленная на совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции студентов неязыковых вузов, предполагает посещение дополнительных языковых курсов, кружков, а также клубов любителей иностранного языка.

Для устранения образовательных лакун студентов в области иностранного языка при кафедрах Кубанского государственного технологического университета организуются дополнительные курсы, которые помогают восполнить необходимые пробелы в легкой, доступной форме, совершенствовать имеющиеся языковые знания, умения и навыки, а также снять некую психологическую напряженность, связанную с недостаточным владением иностранным языком [3]. Кроме того, указанные курсы могут способствовать формированию и развитию мотивации к изучению английского языка, что положительно скажется на успеваемости студентов, их стремлении к дальнейшему изучению того аспекта, который был некогда для них недостижим [4].

Дополнительные курсы по иностранному языку охватывают практически все уровни обучения – от элементарного до продвинутого и международного сертификационного. Студенты нашего вуза проходят входное тестирование при желании посещать курсы и распределяются по группам в соответствии с их уровнем владения иностранным языком. Курсы по совершенствованию иноязычной коммуникативной компетенции могут быть рассчитаны на полгода, год, а также полтора в зависимости от цели обучения.

Указанные курсы учат студентов не только практическим компетенциям, но также существенно расширяют их кругозор, повышают общий уровень культуры за счет лингвострановедческих текстов, а также вырабатывают навыки мыслить самостоятельно, анализировать и синтезировать материал, сопоставлять лингвистические факты и делать соответствующие выводы [5].

Дополнительные курсы по английскому языку – это именно то, что упорядочивает самостоятельную работу студента, помогает ему наверстать упущенный материал, способствует соответствию обучаемого вузовским языковым требованиям и успешной аттестации как в форме зачета, так и экзамена по иностранному языку [6].

Кружки и клубы любителей иностранного языка также являются составляющими компонентами внеаудиторной деятельности студентов, но в данном случае они не приобретают, а совершенствуют свои компетенции в плане различных видов речевой деятельности – чтения, письма, аудирования и говорения. Это именно те студенты, для которых иностранный язык не просто одна из дисциплин в университете, а нечто большее, средство реального общения. Беседы и обсуждения в клубах и кружках осуществляются исключительно на иностранном языке, в основном на английском (по причине его широкой распространенности в различных сферах жизни и деятельности) [7]. Нередко членами таких организаций являются носители языка, что делает общение реальным и востребованным. Студенты слышат живой язык, что положительно сказывается на их мотивации к его дальнейшему совершенствованию. Аспектами обсуждения могут быть как лингвистические сложности, так и страноведческие реалии страны изучаемого языка. Следовательно, указанный компонент внеаудиторной деятельности студентов способствует сближению культур, развитию патриотизма, а также становлению личности с активной жизненной позицией, что так важно в современном обществе.

Говоря о деловом общении на иностранном языке, которое осуществляется вне аудитории университета, отметим, что оно важно в качестве языковой практики в профессиональном плане. Это может быть деловая переписка о будущем иссле-

довании или научной работе, последующем взаимовыгодном сотрудничестве с иностранными учеными или фирмами [8; 9]. Это также может быть обсуждение деталей патента или изобретения и возможной реализации проекта посредством совместных действий с западными компаниями. Данный сегмент также предполагает составление разнообразных резюме на иностранном языке самостоятельно на случай возможного зарубежного сотрудничества. Отметим, что общение может быть не только в рамках профессиональных интересов и возможного карьерного роста, но также иметь личный характер [10; 11]. При наличии различных социальных сетей по всему миру студенты могут обрести большое количество иностранных друзей, внеаудиторное общение с которыми на языке будет способствовать его совершенствованию.

Следующим и немаловажным компонентом внеаудиторной работы студентов с иностранным языком является несложная переводческая практика, которая позволяет им закрепить профессиональную терминологию своей специальности, отработать использование усложненных грамматических конструкций, а также максимально сформировать переводческие навыки и умения, что в целом повышает уровень владения иноязычной коммуникативной компетенцией и решает ряд образовательных, развивающих и воспитательных задач обучения иностранному языку в неязыковом вузе [12]. Тексты по специальности на иностранном языке для перевода на русский язык и наоборот должны быть сложнее тех, с которыми студенты работают на занятиях в аудитории. В данной связи также разработан ряд учебно-методических пособий, которые содержат именно профильный, неадаптированный компонент. Это научные статьи из зарубежных журналов, западных учебников, конференций и симпозиумов. Усложненность будет способствовать совершенствованию познаний студентов при переводе ими аннотаций собственных будущих научных статей и прочих трудов, включая патенты и фундаментальные исследовательские проекты. Более того, межпредметные и метапредметные связи обеспечат понимание иностранного текста по специальности, в результате чего укрепится студенческая мотивация и, соответственно, повысится уровень языковой результативности.

**Заключение.** Все указанные выше аспекты самостоятельной работы направлены на совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции студентов неязыковых вузов. Мы полагаем, что эту деятельность можно дополнить и расширить в зависимости от установленных целей и задач, а также уровня и мотивации студентов. Следует отметить, что для достижения эффективных результатов самостоятельная работа должна определяться и проектироваться преподавателем и осознанно осуществляться студентами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лихачева, О.Н. К вопросу об улучшении образовательного процесса в неязыковом вузе на примере иностранного языка / О.Н. Лихачева // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – Краснодар, 2016. – № 10. – С. 267–272.
2. Лихачева, О.Н. Использование региональных кубановедческих реалий при составлении проектов на занятиях по английскому языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. / Западно-Сибирский научный центр. – Кемерово, 2016. – С. 258–260.
3. Лихачева, О.Н. Специфика процесса обучения иностранному языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 5. – С. 178–188.
4. Лихачева, О.Н. Формирование мотивации на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Наука сегодня: глобальные вызовы и механизмы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Научный центр «Диспут». – Вологда, 2016. – С. 160–161.
5. Лихачева, О.Н. Проектная методика как элемент оптимизационной составляющей на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева, Ж.В. Богатырева, И.И. Ивашкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1627–1637.
6. Лихачева, О.Н. Дополнительные курсы по английскому языку как один из способов оптимизации учебного процесса в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 5. – С. 261–266.
7. Лихачева, О.Н. К вопросу об оптимизации учебного процесса на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. / Западно-Сибирский научный центр. – Кемерово, 2016. – Т. II. – С. 138–140.
8. Лихачева, О.Н. Использование спектра методик при обучении иностранному языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева, Д.С. Панцарников // Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований: материалы междунар. науч.-практ. конф. / НИЦ «Поволжская научная корпорация». – Самара, 2016. – С. 30–31.
9. Лихачева, О.Н. Особенности иноязычной коммуникативной компетенции в условиях современного неязыкового вуза / О.Н. Лихачева, Д.А. Рубан, Т.А. Черкесов // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы: междунар. науч.-практ. конф. – Стерлитамак: АМИ, 2017. – С. 55–57.
10. Лихачева, О.Н. Особенности реализации воспитательного компонента при обучении английскому языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Психологические и педагогические основы интеллектуального развития: сб. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. – Уфа: АМИ, 2017. – С. 43–45.
11. Лихачева, О.Н. Реализация лингвистического компонента иноязычной коммуникативной компетенции на занятиях по английскому языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 11. – С. 248–254.
12. Лихачева, О.Н. Некоторые рекомендации по совершенствованию учебного процесса на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе / О.Н. Лихачева, С.К. Меретукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1279–1288.

## REFERENCES

1. Likhacheva O.N. *Nauchniye trudi Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Scientific Works of Kuban State Technological University], Krasnodar, 2016, 10, pp. 267–272.
2. Likhacheva O.N. *Sbornik materialov IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Zapadno-Sibirski nauchni tsentr* [Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. Western-Siberian Scientific Center], Kemerovo, 2016, pp. 258–260.
3. Likhacheva O.N. *Nauchniye trudi Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Scientific Works of Kuban State Technological University], Krasnodar, 2016, 5, pp. 178–188.
4. Likhacheva O.N. *Nauka segodnia: globalniye vyzovy i mekhanizmy razvitiya. Materiali mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Nauchni tsentr «Disput»* [Science Today: Global Challenges and Mechanisms of Development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], Vologda, 2016, pp. 160–161.
5. Likhacheva O.N., Bogatyreva Zh.V., Ivashkin I.I. *Politematicheski setevoi elektronni nauchni zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Web Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], KubGAU, Krasnodar, 2017, 131, pp. 1627–1637.
6. Likhacheva O.N. *Nauchniye trudi Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Scientific Works of Kuban State Technological University], Krasnodar, 2016, 5, pp. 261–266.
7. Likhacheva O.N. *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Fundamentalniye nauchniye issledovaniya: teoreticheskiye i prakticheskiye aspekti. Zapadno-Sibirski nauchni tsentr* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Fundamental Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects. Western-Siberian Scientific Center], Kemerovo, 2016, pp. 138–140.
8. Likhacheva O.N., Pantsarnikov D.S. *Nauka, obrazovaniye, innovatsii: abrobatsiya rezultatov issledovaniy. Materiali Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konfrentsii* [Science, Education, Innovations: Research Findings Testing. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], NITs «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya», Samara, 2016, pp. 30–31.
9. Likhacheva O.N., Ruban D.A., Cherkosov T.A. *Vzaimodeistviye nauki i obshchestva: problemi i perspektivi. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Interaction of Science and Society: Issues and Prospects. International Scientific and Practical Conference], Sterlitamak, AMI, 2017, pp. 55–57.
10. Likhacheva O.N. *Sbornik statei po itogam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konfrentsii Psikhologicheskkiye i pedagogicheskkiye osnovi intellektualnogo razvitiya* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Psychological and Pedagogical Bases of Intellectual Development], Ufa, AMI, 2017, pp. 43–45.
11. Likhacheva O.N. *Nauchniye trudi Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Scientific Works of Kuban State Technological University], Krasnodar, 2016, 11, pp. 248–254.
12. Likhacheva O.N., Meretukova S.K. *Politematicheski setevoi elektronni nauchni zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Web Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], KubGAU, Krasnodar, 2017, 131, pp. 1279–1288.

Поступила в редакцию 19.01.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: olga-lihacheva@rambler.ru – Лихачева О.Н.

## Обоснование эффективности методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения

Л.Г. Харазян

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

*Для повышения двигательной активности и коррекции вторичных отклонений в развитии у детей с нарушениями зрения необходимо целенаправленно формировать у них такие специфические координационные способности, как ориентировка в пространстве, статическое и динамическое равновесие, поскольку ни одно самое простое двигательное действие не может осуществляться без их участия.*

*Цель исследования – экспериментальное обоснование методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения.*

**Материал и методы.** Педагогический эксперимент проводился с сентября 2016 г. по май 2017 г., в исследовании принимали участие учащиеся с нарушениями зрения 1–4 классов, объединенные в экспериментальную ( $n=34$ ) и контрольную ( $n=34$ ) группы. Учащиеся контрольной группы занимались в соответствии с программой по адаптивной физической культуре, а экспериментальной – по разработанной нами методике развития специфических координационных способностей.

**Результаты и их обсуждение.** Учащиеся экспериментальной группы, занимающиеся по методике развития специфических координационных способностей, показали достоверно более высокие результаты, чем учащиеся контрольной группы по показателям: ориентировка в пространстве ( $p<0,05$ ), статическое ( $p<0,05$ ) и динамическое равновесие ( $p<0,05$ ).

**Заключение.** Эффективность разработанной методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения подтверждена результатами формирующего педагогического эксперимента. Установлено ее значимое преимущество по сравнению с традиционно используемой методикой.

**Ключевые слова:** координационные способности, равновесие, ориентировка в пространстве, дети младшего школьного возраста, нарушения зрения, тренажерное устройство.

## Effectiveness Rationale of the Development Method of Primary Schoolchildren with Sight Violation Specific Coordination Abilities

L.G. Harazian

Educational Establishment «Yanka Kupala State University of Grodno»

*To increase the motor activity and correct secondary developmental disorders of children with sight violations, it is necessary to purposefully create their specific coordination abilities such as orientation in space, static and dynamic balance, since none of the simplest motor actions can be realized without their participation.*

*The purpose of the study is the experimental substantiation of the method of developing specific coordination abilities of younger schoolchildren with sight violations.*

**Material and methods.** The pedagogical experiment was conducted from September 2016 to May 2017, the study involved 1 – year students with visual impairments, who were united in the experimental ( $n=34$ ) and control ( $n=34$ ) groups. The students of the control group were engaged in accordance with the program on adaptive physical training, and experimental – according to the method developed by us for the development of specific coordination abilities.

**Findings and their discussion.** The students of the experimental group engaged in the method of developing specific coordination abilities showed significantly higher results than the students of the control group in terms of indices: orientation in space ( $p<0,05$ ), static ( $p<0,05$ ) and dynamic balance ( $p<0,05$ ).

**The conclusion.** The effectiveness of the developed methodology for the development of specific coordination abilities of younger schoolchildren with sight violations is confirmed by the results of a formative pedagogical experiment. Its significant advantage is established in comparison with the traditionally used technique.

**Key words:** coordination abilities, balance, orientation in space, children of primary school age, sight violations, training device.

Дети с нарушениями зрения лишены возможности самостоятельно и свободно выполнять большинство двигательных действий, связанных с передвижением. Это приводит к ограничению их суточной потребности в движении и, как следствие, к глубоким нарушениям в физическом развитии. Для повышения двигательной активности и коррекции вторичных отклонений в развитии у детей с нарушениями зрения необходимо целенаправленно формировать у них такие специфические координационные способности, как ориентировка в пространстве, статическое и динамическое равновесие, поскольку ни одно самое простое двигательное действие не может осуществляться без их участия. Указанные координационные способности относятся к категории специфических, так как определяют один вид предметно-практической деятельности [1; 2, с. 9].

Анализ научно-методической литературы по адаптивной физической культуре указал на то, что дети с депривацией зрения уступают здоровым сверстникам в развитии практически всех видов координационных способностей [3, с. 44; 4, с. 17; 5, с. 15], но в большей степени отставание отмечается в ориентировке в пространстве и удержании равновесия [3, с. 25; 4, с. 17]. Эти виды способностей наиболее тесно связаны с первичным дефектом и поэтому тяжелее поддаются коррекции. В наибольшей степени отстают в развитии координационных способностей дети младшего школьного возраста из-за недостаточно сформированных психофизиологических механизмов, обеспечивающих регуляцию движений [6, с. 21]. В то же время данный возрастной период развития ребенка представляется наиболее благоприятным для целенаправленного педагогического воздействия на координационные механизмы движений [3, с. 45; 6, с. 21].

Таким образом, актуальность нашего исследования определяется наличием следующих *противоречий*:

– между ведущим значением для человека специфических координационных способностей в сохранении положения тела в пространстве, выполнении основных локомоторных движений и низким уровнем их развития у детей с депривацией зрения;

– между потребностью в создании специальных условий, обеспечивающих развитие специфических координационных способностей у детей с нарушениями зрения, и их отсутствием.

Цель исследования – экспериментальное обоснование методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения.

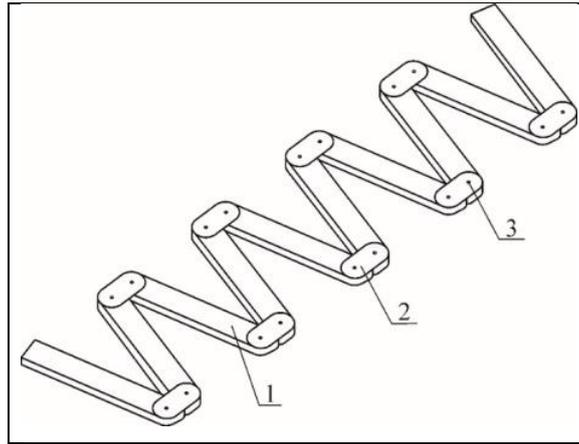
**Материал и методы.** Для достижения поставленной цели были использованы следующие *методы*: анализ отечественной и зарубежной литературы, анкетирование, контрольно-педагогические испытания, педагогический эксперимент, математико-статистический анализ полученных результатов.

Исследование проводилось в рамках темы научно-исследовательской работы кафедры теории и методики физической культуры Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» «Разработать и внедрить методику развития специальных двигательных способностей учащихся с особенностями психофизического развития» (гос. регистрация № 20160532 от 01.04.2016 г.).

*Организация исследования.* На первом этапе было изучено состояние вопроса по данным научно-методической литературы, разработана анкета для учителей адаптивной физической культуры. На втором этапе был проведен анкетный опрос учителей адаптивной физической культуры, работающих в специальных школах Республики Беларусь для детей с нарушениями зрения; осуществлен констатирующий эксперимент (анализ развития специфических координационных способностей у младших школьников с депривацией зрения); разработано тренажерное устройство для развития координационных способностей у детей с нарушениями зрения; разработана методика развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения. На третьем этапе был проведен формирующий педагогический эксперимент по обоснованию эффективности методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения, проанализированы, систематизированы и обобщены полученные результаты, внедрены результаты исследования в образовательный процесс специальных школ для детей с нарушениями зрения.

Разработанная методика экспериментально обоснована в рамках педагогического эксперимента, который проводился с сентября 2016 г. по май 2017 г. на базе государственных учреждений образования «Гродненская специальная общеобразовательная школа-интернат для детей с нарушениями зрения» и «Специальная общеобразовательная школа № 188 для детей с нарушениями зрения г. Минска». В исследовании принимали участие учащиеся с нарушениями зрения 1–4 классов, объединенные в экспериментальную (n=34) и контрольную (n=34) группы (ЭГ и КГ). Учащиеся контрольной группы занимались в соответствии с программой по адаптивной физической культуре, используя традиционные средства и методы физического воспитания, а экспериментальной – по разработанной нами методике развития специфических координационных способностей.

**Результаты и их обсуждение.** С опорой на анализ научно-методической литературы, результаты анкетного опроса [7] и констатирующего эксперимента нами была разработана методика развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения. В ее основе лежит применение в учебном процессе по адаптивной физической культуре разработанного нами тренажерного устройства, представляющего собой 10 деревянных брусков (1), длина каждого 500 мм, ширина – 80 мм, толщина – 30 мм. Бруски шарнирно соединены между собой металлическими пластинами (2) (длина каждой 160 мм, ширина – 80 мм, толщина – 1 мм), которые подвижно зафиксированы на концах брусков шурупами (3) (рис. 1).



**Примечание:** 1 – деревянный брусок, 2 – металлическая пластина, 3 – шуруп.

**Рис. 1. Тренажерное устройство для развития специфических координационных способностей у детей с нарушениями зрения.**

Шарнирное соединение обеспечивает движение брусков в горизонтальной плоскости на  $360^\circ$ , что позволяет с их помощью выстраивать различные по сложности маршруты передвижения. Сложность маршрута зависит от количества имеющихся в нем поворотов, каждый из которых требует изменения направления движения и, следовательно, затрудняет степень его прохождения. В рамках разработанной методики предлагается использовать 22 маршрута, условно разделенных на три группы: разомкнутые, замкнутые, смешанные.

В рамках авторской методики на тренажерном устройстве применялись две группы физических упражнений. Данные упражнения были подобраны в соответствии со степенью и характером зрительных дисфункций занимающихся, сопутствующих заболеваний, особенностей физического развития и противопоказаний к отдельным видам физических упражнений (рис. 2).

Группа упражнений, выполняемых *на месте*, направлена на развитие статического равновесия и применялась на двух маршрутах. Освоение детьми этих упражнений начиналось с маршрута «двойная прямая», поскольку он дает возможность увеличить в два раза площадь опоры для нижних конечностей, тем самым создавая облегченные условия для передвижения. В дальнейшем использовался маршрут «прямая». Основным путем совершенствования способности сохранять равновесие является выполнение последовательно усложняющихся заданий [2, с. 130]. Поэтому освоение упражнений на тренажерном устройстве начиналось с более устойчивого варианта – «на полной стопе». Дальнейшее усложнение упражнений заключалось в выполнении их на носках, что позволило еще больше поднять над полом общий центр масс тела занимающихся и уменьшить площадь опоры. Наиболее сложными являются упражнения без зрительного контроля. Они применялись с детьми, имеющими остаточное зрение. Каждый вариант упражнений осваивался в течение 6–9 уроков. В рамках одного урока занимающимся было предложено по 2 упражнения на месте. Дозировка зависела от сложности упражнения, способа его выполнения, индивидуальных особенностей учащихся и варьировалась в диапазоне от 5 до 40 сек по 2–8 подходов для стоек и от 2 до 10 раз по 2–8 подходов для остальных упражнений на месте.

Группа упражнений, выполняемых *в движении*, направлена на развитие динамического равновесия и ориентировки в пространстве. В данном случае использовались все виды маршрутов. Применялись они последовательно, начиная с простых и переходя к более сложным. В зависимости от сложности маршрута и индивидуальных особенностей учащихся период освоения каждого вида маршрута составлял 9–12 уроков и включал 3 этапа. На первом этапе занимающиеся знакомились с новым маршрутом. Им предлагалось пройти по нему обычной ходьбой (самостоятельно или с помощью учителя) со свободным или заданным положением рук. На втором этапе применялись различные виды ходьбы с заданным положением рук, т.к. занимающиеся уже имели четкое представление о конфигурации маршрута и могли сконцентрироваться на правильности выполнения упражнения. На третьем этапе слабовидящие дети проходили маршрут с закрытыми глазами обычной ходьбой со свободным или заданным положением рук. На одном занятии занимающиеся осваивали 2–3 маршрута, выполняя по 3–5 подхода.

В рамках одного урока адаптивной физической культуры упражнениям на тренажерном устройстве отводилось 10–12 мин, из них четверть времени (25%) уделялось упражнениям на месте и 75% – в движении в конце подготовительной и начале основной частей урока.

Следует отметить, что процесс развития специфических координационных способностей сопровождался формированием у детей с нарушениями зрения основных пространственных понятий и выполнением ими соответствующих действий.

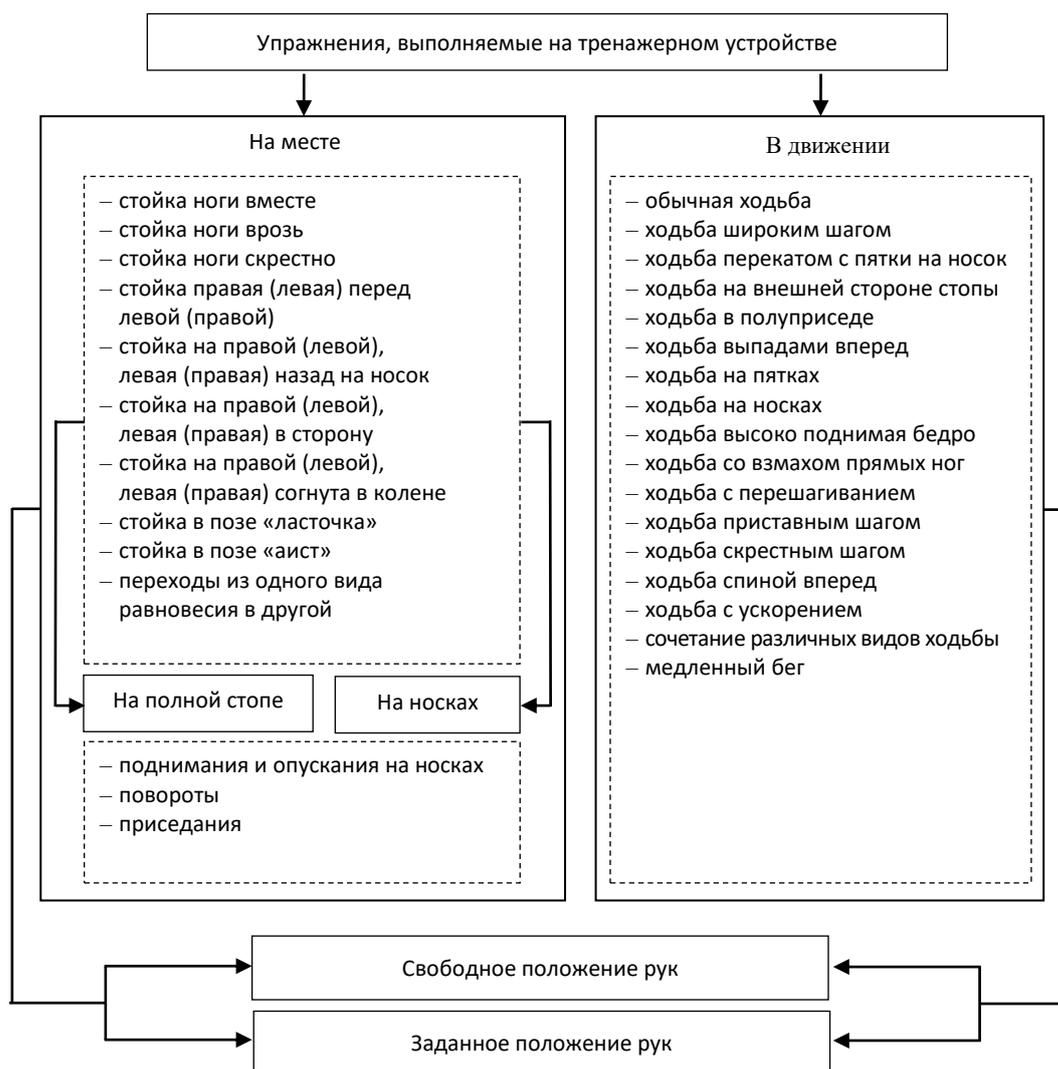


Рис. 2. Упражнения, рекомендуемые для выполнения на тренажерном устройстве.

Для оценки эффективности разработанной методики был проведен ряд тестов до и после педагогического эксперимента. Для оценки *статического равновесия* использовались три теста: проба Ромберга, поза «аист», проба Ромберга, пяточно-носочная поза, и стойка ноги вместе. Каждый тест выполнялся в двух вариантах: с открытыми и закрытыми глазами. Определялось время удержания заданной позы [8, с. 386; 9, с. 6–7]. Для оценки *динамического равновесия* использовалась ходьба с закрытыми глазами по прямой на расстояние 10 м. Фиксировалось расстояние, на которое испытуемый отклонился от конечной точки прямой. Второй вариант данного теста заключался в прохождении прямой после двукратного оборота вокруг своей оси [9, с. 7; 10, с. 18]. *Пространственная ориентировка* оценивалась с помощью ходьбы по разработанному нами тренажерному устройству. Использовались три вида маршрутов: «прямая», «угол», «прямоугольник» [11, с. 91]. Каждый из этих маршрутов обучаемые проходили в двух вариантах: с открытыми и закрытыми глазами. Им необходимо было пройти маршрут, не сходя с тренажера, т.е. не касаясь стопами пола. Критерием успешности выполнения задания являлось количество ошибок (одно касание пола полной стопой – 1 ошибка, одно касание пола какой-либо частью пола (носок, пятка) – 0,5 ошибки).

Результаты педагогического эксперимента выявили высокую динамику показателей *статического равновесия* у учащихся ЭГ. У них имели место значимые внутригрупповые изменения среднегруппового показателя по тесту *стойка ноги вместе* в обоих вариантах. Динамика изменений в варианте «глаза открыты» составила 25,68%, при этом данный показатель повысился с  $32,28 \pm 9,67$  до  $40,57 \pm 14,16$  сек ( $p < 0,01$ ). В варианте «глаза закрыты» величина динамики оказалась ниже и составила 23,77% (с  $27,68 \pm 6,58$  до  $34,26 \pm 10,98$  сек ( $p < 0,01$ ). В КГ данные показатели не подверглись существенным изменениям и их динамика составила для варианта «глаза открыты» 2,49% ( $p > 0,05$ ), а для «глаза закрыты» 3,03% ( $p > 0,05$ ). Также у учащихся ЭГ наблюдались

существенные изменения среднегруппового показателя по тесту *проба Ромберга, пяточно-носочная поза*, который в процессе педагогического эксперимента повысился на 27,53% (с 7,30±2,70 до 9,31±3,81 сек (p<0,05)) в варианте с открытыми глазами и на 25,45% (с 5,03±1,95 до 6,31±2,25 сек (p<0,05)) в варианте с закрытыми глазами. В КГ данные изменения составили 1,30% (p<0,05) и –2,61% (p<0,05) соответственно. Кроме этого, у учащихся ЭГ выявлены значимые внутригрупповые изменения по тесту *проба Ромберга, поза «аист»*, который повысился на 26,99% (с 4,63±1,96 до 5,88±2,36 сек с (p<0,05)) в варианте с открытыми глазами и на 29,07% (с 1,70±0,99 до 2,22±1,20 сек (p<0,05)) в варианте с закрытыми глазами. В КГ данные изменения составили 8,35% (p<0,05) и 2,44% (p<0,05) соответственно (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели статического равновесия учащихся контрольной и экспериментальной групп**

Тест		ЭГ (n=34)			КГ (n=34)			Меж-групповые различия
		х ± σ	Внутри-групповые различия	Прирост (%)	х ± σ	Внутри-групповые различия	Прирост (%)	
Глаза открыты	Стойка ноги вместе (с)	32,28±9,67	<b>&lt;0,01</b>	25,68	33,38±11,73	>0,05	2,49	>0,05
		40,57±14,16			34,21±11,32			<0,05
	Проба Ромберга, пяточно-носочная поза (с)	7,30±2,70	<b>&lt;0,05</b>	27,53	6,93±2,90	>0,05	1,30	>0,05
		9,31±3,81			7,02±2,68			<0,01
	Проба Ромберга, поза «аист» (с)	4,63±1,96	<b>&lt;0,05</b>	26,99	4,19±1,75	>0,05	8,35	>0,05
		5,88±2,36			4,54±1,87			<0,05
Глаза закрыты	Стойка ноги вместе (с)	27,68±6,58	<b>&lt;0,01</b>	23,77	28,04±4,99	>0,05	3,03	>0,05
		34,26±10,98			28,89±9,69			<0,05
	Проба Ромберга, пяточно-носочная поза (с)	5,03±1,95	<b>&lt;0,05</b>	25,45	4,98±2,54	>0,05	–2,61	>0,05
		6,31±2,25			4,85±3,36			<0,05
	Проба Ромберга, поза «аист» (с)	1,70±0,99	<b>&lt;0,05</b>	29,07	1,64±0,79	>0,05	2,44	>0,05
		2,22±1,20			1,68±0,97			<0,05

**Примечание:** в числителе показатели ДО эксперимента, в знаменателе ПОСЛЕ эксперимента.

Аналогичная ситуация в показателях развития **динамического равновесия**. Так, в ЭГ зафиксирована более высокая динамика среднегрупповых показателей в тестах *ходьба по прямой*, которая составила 31,62% (p<0,05), и *ходьба по прямой после двукратного оборота вокруг своей оси* – 28,96% (p<0,05) относительно 3,45% (p>0,05) и 3,26% (p>0,05) в КГ (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели динамического равновесия учащихся контрольной и экспериментальной групп**

Тест		ЭГ (n=34)			КГ (n=34)			Меж-групповые различия
		х ± σ	Внутри-групповые различия	Прирост (%)	х ± σ	Внутри-групповые различия	Прирост (%)	
Ходьба по прямой (отклонения от конечной точки прямой (м))	1,17±0,68	<b>&lt;0,05</b>	31,62	1,16±0,83	>0,05	3,45	>0,05	
	0,80±0,58			1,12±0,72			<0,05	
Ходьба по прямой после двукратного оборота вокруг своей оси (отклонение от конечной точки прямой (м))	1,83±1,06	<b>&lt;0,05</b>	28,96	1,84±1,23	>0,05	3,26	>0,05	
	1,30±1,00			1,78±0,93			<0,05	

**Примечание:** в числителе показатели ДО эксперимента, в знаменателе ПОСЛЕ эксперимента.

Анализ показателей **ориентировки в пространстве** показал, что у учащихся ЭГ наблюдаются существенные изменения среднегруппового показателя по тесту *ходьба по маршруту «прямо»*. В варианте выполнения упражнения с открытыми глазами количество ошибок уменьшилось с 4,59±2,18 до 3,29±2,56 (p<0,05), а прирост составил 28,32%. В варианте ходьбы с закрытыми глазами – с 7,41±2,68 до 6,35±2,55 (p<0,05), а прирост – 14,30%. В КГ данные изменения статистически ниже, в первом варианте выполнения теста динамика положительна и составляет 3,18% (p>0,05), а во втором отрицательна и составляет –3,41% (p>0,05). У учащихся ЭГ наблюдаются более высокий уровень изменений среднегруппового показателя в тесте *ходьба по маршруту «угол»*. В варианте выполнения упражнения с открытыми глазами количество ошибок уменьшилось с 3,81±2,27 до 2,69±1,99 (p<0,05), а прирост составил 29,40%, в варианте с закрытыми – с 6,91±2,30 до 5,66±2,58 (p<0,05),

а прирост – 18,09%. В КГ статистические изменения отсутствуют, а прирост отрицательный в первом варианте выполнения теста и составляет –1,02% ( $p>0,05$ ), а во втором – 0,86% ( $p>0,05$ ). Наибольшие изменения отмечены в показателях по тесту *ходьба по маршруту «прямоугольник»*. В варианте выполнения с открытыми глазами количество ошибок уменьшилось с  $3,18\pm 2,23$  до  $2,22\pm 1,62$  ( $p<0,05$ ), а прирост составил 30,19%, в варианте с закрытыми – с  $6,29\pm 2,17$  до  $5,15\pm 2,49$  ( $p<0,05$ ), а прирост – 18,12%. В КГ данные изменения статистически ниже, в первом варианте выполнения теста прирост составляет 2,26% ( $p>0,05$ ), а во втором –1,39% ( $p>0,05$ ) (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели ориентировки в пространстве учащихся контрольной и экспериментальной групп**

Тест		ЭГ (n=34)			КГ (n=34)			Меж- групповые различия
		$x \pm \sigma$	Внутри- групповые различия	Прирост (%)	$x \pm \sigma$	Внутри- групповые различия	Прирост (%)	
Глаза открыты	Ходьба по маршруту «прямая» (кол. ошибок)	$4,59\pm 2,18$	<0,05	28,32	$4,71\pm 2,68$	>0,05	3,18	>0,05
		$3,29\pm 2,56$			$4,56\pm 2,60$			<0,05
	Ходьба по маршруту «угол» (кол. ошибок)	$3,81\pm 2,27$	<0,05	29,40	$3,92\pm 2,26$	>0,05	-1,02	>0,05
		$2,69\pm 1,99$			$3,96\pm 2,10$			<0,05
	Ходьба по маршруту «прямоугольник» (кол. ошибок)	$3,18\pm 2,23$	<0,05	30,19	$3,10\pm 2,09$	>0,05	2,26	>0,05
		$2,22\pm 1,62$			$3,03\pm 1,68$			<0,05
Глаза закрыты	Ходьба по маршруту «прямая» (кол. ошибок)	$7,41\pm 2,68$	<0,05	14,30	$7,34\pm 2,43$	>0,05	-3,41	>0,05
		$6,35\pm 2,55$			$7,59\pm 2,36$			<0,05
	Ходьба по маршруту «угол» (кол. ошибок)	$6,91\pm 2,30$	<0,05	18,09	$7,01\pm 2,28$	>0,05	-0,86	>0,05
		$5,66\pm 2,58$			$7,07\pm 2,46$			<0,05
	Ходьба по маршруту «прямоугольник» (кол. ошибок)	$6,29\pm 2,17$	<0,05	18,12	$6,47\pm 2,50$	>0,05	1,39	>0,05
		$5,15\pm 2,49$			$6,38\pm 2,59$			<0,05

**Примечание:** в числителе показатели ДО эксперимента, в знаменателе ПОСЛЕ эксперимента.

Анализ межгрупповых показателей специфических координационных способностей у учащихся ЭГ и КГ свидетельствует о статистически достоверно более высоких итоговых результатах в ЭГ по статическому ( $p<0,05$ ) и динамическому равновесию ( $p<0,05$ ), ориентировки в пространстве ( $p<0,05$ ). Необходимо особо отметить, что при определении исходного уровня развития специфических координационных способностей в сравниваемых группах отсутствовали достоверные межгрупповые отличия ( $p>0,05$ ).

**Заключение.** Эффективность разработанной методики развития специфических координационных способностей у младших школьников с нарушениями зрения подтверждена результатами формирующего педагогического эксперимента. Установлено ее значимое преимущество по сравнению с традиционно используемой методикой.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Барков, В.А. Организационно-содержательный аспект адаптивного физического воспитания детей с нарушениями зрения / В.А. Барков // Вісн. Черн. нац. пед. ун-ту ім. Т.Г. Шевченка. Сер., Пед. науки. Фіз. вих. та спорт. – 2012. – Т. 102. – № 1. – С. 66–69.
2. Лях, В.И. Координационные способности: диагностика и развитие / В.И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
3. Горская, И.Ю. Теоретические и методологические основы совершенствования базовых координационных способностей школьников с различным состоянием здоровья: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / И.Ю. Горская; СибГАФК. – Омск, 2001. – 47 с.
4. Николаева, К.И. Использование элементов рок-н-ролла в развитии специфических координационных способностей младших школьников с депривацией зрения: автореф. дис. ... на канд. пед. наук: 13.00.04 / К.И. Николаева; НГУ им. П.Ф. Лесгафта. – СПб., 2016. – 23 с.
5. Юрченко, А.А. Коррекция нарушений пространственной организации тела детей младшего школьного возраста с ослабленным зрением в процессе физического воспитания: автореф. дис. ... канд. наук по физ. восп. и спорту: 24.00.02 / А.А. Юрченко; Национальный университет физического воспитания и спорта Украины. – Киев, 2013. – 20 с.
6. Шмельков, И.И. Пути реабилитации слепых школьников средствами физической культуры: учеб. пособие / И.И. Шмельков. – М.: ВОС, 1981. – 62 с.
7. Харазян, Л.Г. Особенности содержания уроков адаптивной физической культуры в специальных школах для детей с нарушениями зрения / Л.Г. Харазян // Весн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Я. Купалы. Сер. 3, Філалогія. Педагогіка. Псіхалогія. – 2017. – Т. 7, № 2. – С. 125–133.
8. Евсеев, С.П. Теория и организация адаптивной физической культуры: учебник: в 2 т. Т. 2: Содержание и методики адаптивной физической культуры и характеристика ее основных видов / С.П. Евсеев; под общ. ред. проф. С.П. Евсеева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Советский спорт, 2009. – 448 с.
9. Кабанов, Ю.М. Развитие равновесия у детей школьного возраста: метод. рекомендации / Ю.М. Кабанов; сост. Ю.М. Кабанов. – Минск: Беларус. гос. ин-т физ. культуры, 1991. – 33 с.
10. Сермеев, Б.В. Физическая подготовка слепых с использованием тренажеров: метод. пособие / Б.В. Сермеев, В.С. Николаев. – М.: ВОС, 1980. – 59 с.
11. Кручинин, В.А. Формирование пространственной ориентировки у детей с нарушением зрения в процессе школьного обучения / В.А. Кручинин. – СПб.: РГПУ, 1991. – 184 с.

REFERENCES

1. Barkov V.A. *Vestnik Chernigovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni T.G. Shevchenka* [Journal of Chernigov State University], 2012, 1, pp. 66–69.
2. Liakh V.I. *Koordinatsionnye sposobnosti: diagnostika i razvitie* [Coordination Abilities: Diagnosis and Development], M., TVT Divizion, 2006, 290 p.
3. Gorskaya I.Iu. *Teoreticheskie i metodologicheskie osnovy sovershenstvovaniia bazovykh koordinatsionnykh sposobnostei shkolnikov s razlichnym sostoyaniem zdorov'ia: avtoref. dis. ... d-ra ped. nauk* [Theoretical and Methodological Basis for Improving the Basic Coordination Abilities of Schoolchildren with Different Health Conditions: Dr.Sc. (Education) Dissertation Summary], Omsk, SibGAFK, 2001, 47 p.
4. Nikolaeva K.I. *Ispolzovanie elementov rok-n-rolla v razvitii spetsificheskikh koordinatsionnykh sposobnostei mladshikh shkolnikov s deprivatsiei zreniia: avtoref. dis. ... na kand. ped. nauk* [The Use of Rock and Roll Elements in the Development of Specific Coordination Abilities of Younger Schoolchildren with Deprivation of Vision: PhD (Education) Dissertation Summary], Sankt-Peterburg, NGU im. P.F. Lesgafta, 2016, 23 p.
5. Yurchenko A.A. *Korreksiia narushenii prostranstvennoi organizatsii tela detei mladshago shkolnogo vozrasta s oslablennym zreniem v protsesse fizicheskogo vospitaniia: avtoref. dis. ... kand nauk po fiz. vosp. i sportu* [Correction of Violations of the Spatial Organization of the Body of Children of Primary School Age with Impaired Vision in the Process of Physical Education: PhD (Education) Dissertation Summary], Kiev, Natsionalnyi universitet fizicheskogo vospitaniia i sporta Ukrainy, 2013, 20 p.
6. Shmelkov I.I. *Puti reabilitatsii slepykh shkolnikov sredstvami fizicheskoi kultury: ucheb. posobie* [Ways of Rehabilitation of Blind Schoolchildren by Means of Physical Training, Textbook], M., VOS, 1981, 62 p.
7. Kharazian L.G. *Vesn. Grodz. dziar. un-ta im. Ya. Kupali* [Journal of Grodno State University], 2017, 2, pp. 125–133.
8. Yevseyev S.P. *Teoriia i organizatsiia adaptivnoi fizicheskoi kultury* [Theory and Organization of Adaptive Physical Training], M., Sovetskii sport, 2009, 448 p.
9. Kabanov Yu.M. *Razvitie ravnovesiia u detei shkolnogo vozrasta* [The Development of Schoolchildren's Balance], Minsk, Belorus. gos. in-t fiz. kultury, 1991, 33 p.
10. Sermeyev B.V. *Fizicheskaia podgotovka slepykh s ispolzovaniem trenazherov: metod. posobiye* [Physical Training of the Blind with the Use of Training Apparatus. Guidelines], M., VOS, 1980, 59 p.
11. Kruchinin V.A. *Formirovanie prostranstvennoi orientirovki u detei s narusheniem zreniia v protsesse shkolnogo obucheniiia* [Formation of Spatial Orientation of Children with Visual Impairment in the Process of Schooling], SPb., RGPU, 1991, 184 p.

Поступила в редакцию 29.01.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: harazian@gmail.com – Харазян Л.Г.

## Культурологическая концепция как основа развития творческой личности преподавателя и студента (к 100-летию со дня рождения И.Я. Лернера)

Л.С. Дьяченко

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

*В статье рассматривается культурологическая концепция в качестве основы для развития теории и практики обучения. Исследуются научные идеи И.Я. Лернера и сотрудников лаборатории общих проблем дидактики, имеющие непреходящую ценность и нереализованный инновационный потенциал для развития современных дидактических подходов в образовании. Делается акцент на культурологическом подходе как основе развития творческой личности преподавателя и студента.*

*Цель статьи – исследовать возможности культурологического подхода в развитии творческой личности как преподавателя, так и студента.*

***Материал и методы.** Материалом послужил опыт автора в реализации идей И.Я. Лернера о четырехкомпонентном составе содержания образования как фактора развития творческой личности. При написании работы проводился историко-логический анализ.*

***Результаты и их обсуждение.** В статье представлен анализ творческой образовательной среды, которую можно создать при реализации всех пяти уровней состава содержания образования, при целенаправленной ориентации обучающихся на усвоение структурных компонентов опыта творческой деятельности, а также за счет реализации творческого потенциала дидактического инструментария единого педагогического (андрагогического) процесса.*

***Заключение.** Среди факторов, способствующих сотворчеству преподавателя и студента, наиболее важными являются дидактическая компетентность преподавателя, в основе которой лежит культурологическая концепция процесса обучения; максимальная профессиональная направленность образовательного процесса, которая может быть наиболее полно реализована в режиме самоуправления познавательной деятельностью студентов.*

***Ключевые слова:** совместное знание преподавателя и студента, их сотворчество, самоуправляемая деятельность студентов, культурологический, компетентностный, андрагогический подходы, четырехкомпонентный состав содержания образования, преподаватель, опыт творческой деятельности, студенты.*

## Cultural Studies Concept as the Basis of Teacher and Student Creative Personality Development (to I.Ya. Lerner's Hundredth Birthday)

L.S. Dyachenko

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*The concept of cultural studies as the basis for the development of the theory and practice of teaching is considered in the article. Scientific ideas by I.Ya. Lerner and workers of General Didactics Issues Laboratory are studied. These ideas have a constant value and potential for the development of the contemporary didactic approaches in education. Accent is made on the cultural studies approach as the basis for the development of the creative teacher and student personalities.*

*The purpose of the article is to study opportunities of cultural studies approach in the development of the creative teacher and student personalities.*

***Material and methods.** The author's experience in the implementation of I.Ya. Lerner's ideas of the four component composition of the content of education as a factor of the creative personality development is the research material. The historical and logical analysis was conducted in the course of the research.*

***Findings and their discussion.** An analysis of the creative educational environment is presented, which can be set up: in implementing all the five levels of the content of education composition and with purposeful aiming of students at mastering the structural components of the creative activity experience as well as by implementing the creative potential of the didactic tools of the total pedagogical (anragogical) process.*

**Conclusion.** Among the factors, which facilitate the teacher and the student co-creativity the most important are didactic competence of the teacher, in the basis of which is the cultural studies concept of the teaching process: maximum professional purposefulness of the academic process which can be fully implemented in the mode of self-government of student cognitive activity.

**Key words:** joint teacher and student knowledge, their cooperation, self-government student activity, cultural studies, competence, andragogical approaches, four-component composition of the content of education, teacher, experience of creative activity, students.

Столетие со дня рождения выдающегося ученого, талантливого педагога Исаака Яковлевича Лернера, яркой личности, блестящего оратора, необыкновенно чуткого и отзывчивого человека, отмечается не только педагогами России, но и международным педагогическим сообществом, которое объединяет ученых, претворивших его научные идеи в своих диссертациях, воплощающих их в научной и преподавательской деятельности.

Аспирантские годы, проведенные в лаборатории общих проблем дидактики НИИ общей педагогики, стали для всех нас, аспирантов, научными руководителями которых были Н.М. Шахмаев, Л.Я. Зорина, В.В. Краевский, В.С. Цетлин, И.К. Журавлев, и, конечно, Исаак Яковлевич Лернер, настоящей научной школой, позволившей нам не только разобраться в сущности созданной учеными теории содержания образования и процесса обучения, но и полюбить науку дидактику, осознать ценность разработанной теории для развития педагогической науки и образования в целом.

Невозможно забыть заседания лаборатории дидактики, посвященные самым разнообразным научным проблемам и темам. Если обсуждались проблемы учебника, то мы, аспиранты, будущие кандидаты наук, и преподаватели, понимали, насколько сложно сконструировать учебник (как сценарий процесса обучения), чтобы он отвечал современным дидактическим требованиям: проблемности, диалогичности, ориентации на усвоение всех четырех компонентов состава содержания образования. Только сейчас, почти через сорок лет, лишь некоторые из учебников Республики Беларусь стали отвечать тем дидактическим требованиям, которые были разработаны коллективом авторов лаборатории – проблемным характером текстов с обязательными вопросами и заданиями в начале текста и в процессе его изложения, постепенным усложнением характера познавательной деятельности – от репродуктивной до творческой в заданиях к параграфу, включению в их состав практикоориентированных заданий, способствующих соединению первой урочной и второй внеурочной фаз обучения и множеству других.

Умением вести научный спор, всегда вдохновенно и даже страстно («Страсти – это единственные ораторы, доводы которых всегда убедительны» – Ларошфуко), отличалось выступление Исаака Яковлевича Лернера перед любой аудиторией, к которой он относился с исключительным уважением, заражая своих слушателей интересом и любовью к науке дидактике.

Цель исследования – исследовать возможности культурологического подхода в развитии творческой личности как преподавателя, так и студента.

**Материал и методы.** Материалом послужил опыт автора в реализации идей И.Я. Лернера о четырехкомпонентном составе содержания образования как фактора развития творческой личности. При проведении исследования использовались эмпирические методы и метод историко-логического анализа. Автором анализируется многолетний опыт организации самоуправляемой познавательной деятельностью студентов как средства развития творческого потенциала личности.

**Результаты и их обсуждение.** Из всех инновационных идей Исаака Яковлевича Лернера самой значимой как для науки дидактики, так и для практики обучения подрастающего поколения явилась его идея о четырехкомпонентном составе содержания образования. Ее революционный характер трудно переоценить. В науке и учебном предмете «Дидактика» рассмотрение всех ее категорий сквозь призму четырехкомпонентного состава содержания образования позволяет осуществить внутрисубъектные связи: между составом содержания образования и его функциями, между различными компонентами единого педагогического процесса (целевым, мотивационным, контрольно-регулирующим, оценочно-результативным). Являясь опорным сигналом, смысловым стержнем всего курса педагогики, а также ядром теории содержания образования и процесса обучения, четырехкомпонентная идея позволила рассматривать данную теорию в качестве метатеории, придавая ей междисциплинарный, методологический смысл. Методологическая функция данной теории отчетливо проявляется еще и в том, что она является основой всех современных дидактических подходов – аксиологического, личностно ориентированного, компетентностного и андрагогического.

Все дидактические подходы формировались, развивались, становились теориями на основе подхода культурологического, который позволил рассматривать образование (обучение и воспитание) как вхождение в мир культуры, подчеркивая идентичный состав накопленного человечеством социального опыта (культуры) и состава содержания образования. Культурологическая концепция содержания образования рассматривает его как педагогически адаптированный социальный опыт человечества, соответствующий человеческой культуре

во всей ее структурной полноте. Данная концепция была разработана в 1970–1980 гг. сотрудниками лаборатории общих проблем дидактики НИИ общей педагогики Академии педагогических наук (руководители В.В. Краевский, И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин). В соответствии с ней содержание, изоморфное социальному опыту, состоит из четырех структурных элементов: опыта познавательной деятельности, фиксированной в форме ее результатов – знаний; опыта репродуктивной деятельности, фиксированной в форме способов ее осуществления (умений и навыков); опыта творческой деятельности, фиксированного в форме проблемных ситуаций, познавательных задач, творческих заданий и т.п.; опыта осуществления эмоционально-ценностных отношений [1].

Добавление в состав содержания образования еще двух компонентов предполагает проектирование каждой темы, каждого фрагмента содержания (каждого модуля) с ориентацией на усвоение опыта творчества и опыта эмоционально-ценностной сферы личности. Преподаватель, организуя познавательно-творческую деятельность, использует всю палитру методов – от объяснительно-иллюстративного, репродуктивного, частично поискового до исследовательского.

Самое большое значение данной теории и ее четырехкомпонентной содержательной основы заключается в том, что она задает ориентиры и делает их достижимыми в развитии духовно-нравственной, интеллектуальной творческой личности подрастающего поколения. Авторы данной теории убедительно доказывают, что творчеству можно научить! Эмпатийные качества личности можно развить, можно и необходимо сделать акцент на формировании образа гармоничной личности, не только интеллектуальной, но и доброй, отзывчивой, способной любить близких, свою профессию, доброжелательно относиться к миру и людям в целом.

Актуальный для современного процесса обучения компетентностный подход также тесно связан с подходом культурологическим, и он также является средством для творческого развития личности студента и преподавателя. Компетентность является новой единицей измерения образованности человека, которая позволяет сосредоточить внимание на результате обучения, поставив во главу угла не только формирование знаний и умений – они остаются основой любой компетенции, – но и способность человека ориентироваться, продуктивно действовать в различных жизненных и профессиональных обстоятельствах. Основная характеристика всех видов компетенций – личностная направленность: как на саму компетенцию, так и на предмет ее деятельности (субъектов образовательного процесса, сам педагогический процесс, отдельные его компоненты). Многие ученые отмечают, что личностный компонент, личностная направленность являются ядром любой компетенции. Знание само по себе не меняет человека, оно должно стать достоянием его души, обрести для человека ценностно-личностный смысл. Компетентный преподаватель находится в постоянной готовности передать собственные знания, умения, опыт творчества и опыт эмоционально-ценностного отношения своим ученикам, формируя при этом ключевые (метапредметные), общепредметные, предметные компетенции. Ни одна из компетенций (информационная, социальная, коммуникативная) как у студентов, так и у преподавателей не может сформироваться у обучающегося без целенаправленной ориентации преподавателя в учебном процессе на передачу и усвоение опыта творческой деятельности. Если преподаватель не сформирует у учащихся способности к переносу знаний и умений в нестандартные ситуации, он не сможет подготовить их к жизни, к решению профессиональных и личностных проблем, т.е. не сможет сформировать у учащихся социальной компетенции. При формировании коммуникативных компетенций особенно важен опыт творческой деятельности, который позволит обучающимся строить гармоничные взаимоотношения с социумом во всех проявлениях.

Разрабатывая андрагогическую модель образования взрослой личности в рамках Международного проекта «Temprus» и создавая курс «Теории образования взрослых», мы также опирались на культурологическую модель содержания образования [2]. Структурные компоненты содержания андрагогического образования будут идентичны одной из важнейшей категорий дидактики, которую мы избрали в виде опорного сигнала для рассмотрения понятийного аппарата науки педагогики и сопоставления его с андрагогическими понятиями.

В состав содержания андрагогического образования также будут входить андрагогические знания, андрагогические умения, опыт творческой деятельности и опыт эмоционально-ценностного отношения к андрагогической действительности во всех ее проявлениях (к субъектам андрагогического процесса, к самому андрагогу, выступающему в роли преподавателя, тьютора и фасилитатора, к изучаемому содержанию учебного предмета).

Рассмотрим каждый из компонентов андрагогического образования более подробно. Спецификой андрагогических знаний, приобретаемых взрослыми, является их гораздо большая степень субъектности по сравнению с обучением личности, находящейся в стадии взросления. Если в школьной и вузовской практике обучения учитель и даже студент осваивает те знания, которые ему предлагает учитель, преподаватель (предметные, историко-логические, межпредметные и другие), то взрослый человек сам выбирает ту область профессиональных знаний, которую он хочет приобрести или усовершенствовать. Андрагогические знания еще в большей степени, чем педагогические, носят интегративный, межпредметный, акмеологический характер. Они гуманитарные и практико-ориентированные.

Андрагогические и педагогические знания в процессе непрерывного развития взаимно обогащают друг друга. В пространстве андрагогического знания осуществляется синтез идей и положений из ряда наук: философии, психологии, социологии образования, культурологии, акмеологии и других учебных дисциплин.

Андрагогические умения как второй структурный компонент содержания образования являются способом реализации андрагогических знаний, и они в гораздо большей степени, чем умения, приобретаемые в педагогической модели обучения, носят творческий характер, это относится как к умениям интеллектуальным (взрослые обучающиеся оттачивают умения выдвигать и доказывать гипотезы, вести полилог, решать проблемные ситуации, опираясь на свой личный и профессиональный жизненный опыт), так и к обобщенным практическим умениям.

Опыт творческой деятельности, предполагающий способность к переносу знаний и умений (ближний и дальний перенос), в андрагогическом процессе будет еще более востребованным, чем в педагогическом. Он усваивается взрослыми обучающимися с помощью реализации принципа контекстности, предполагающим способность взрослого к переносу своего профессионального опыта в процесс обучения, и с помощью принципа элективности, требующего способности к выбору цели, содержания, форм и методов андрагогического процесса.

Образовательный процесс как в вузе, так и в школе невозможен без раскрытия творческой индивидуальности как преподавателя, так и студента, как учителя, так и ученика. Творчество является и целью, и средством, и результатом «усиления себя». Вместе с тем акмеологическому развитию обучающихся уделяется недостаточное внимание. В большинстве предметов вузовских курсов диагностируется усвоение лишь знаний и умений, освоение опыта творческой деятельности, как правило, целенаправленно не диагностируется.

Сформировать творческую образовательную среду сможет лишь тот преподаватель, который во главу угла ставит не передачу знаний и даже не формирование умений (что необходимо и важно), а личностное развитие и саморазвитие обучающихся, что невозможно без целенаправленной организации со-знания (совместного знания) преподавателя и студента [3].

Процесс получения совместного знания возможен при условии диалогичности и полилогичности изложения материала. Последнее требует от преподавателя владения множеством андрагогических умений и навыков (рефлексивных, гностических, проектировочных, коммуникативных). В их основе – уважение к личному опыту и мнению каждого обучающегося, признание его права на ошибку, непонимание, бережное отношение к особенностям личности, характера.

Толерантное взаимодействие, синтонное общение – это важнейшие составляющие диалогичности в обучении. Специфика образовательного процесса такова, что творчество не может развиваться в атмосфере давления и принуждения.

Основную и очень существенную помощь преподавателю любой дисциплины в формировании творческой активности студента оказывают его педагогическая эрудиция, дидактическая компетентность, в основе которых лежат знания основных дидактических теорий.

Разработка выдающимися дидактами XX века И.Я. Лернером, Н.М. Скаткиным, В.В. Краевским теории содержания образования и процесса обучения дает возможность максимально использовать весь дидактический инструментарий – принципы, методы, формы в развитии творческой индивидуальности учащихся.

Авторы впервые исследовали возможность и необходимость включения в содержание учебной информации по любому предмету не только знаний и умений, но и таких важных компонентов обучения и воспитания креативной личности, как опыт творческой деятельности и опыт эмоционально-ценностного отношения к действительности.

Подчеркивая необходимость целенаправленной ориентации при изучении каждого фрагмента содержания учебной информации (каждого модуля) на усвоение всех четырех компонентов состава содержания образования, ученые исследуют и уровни реализации данных компонентов в образовательном процессе.

Рассмотрим творческий потенциал каждого из уровней состава содержания образования. Первый уровень – теоретического представления, социального заказа – это уровень дидактической структуры. Он ориентирует образовательное сообщество на реализацию цели образования – формирование ответственной, творческой, разносторонне развитой личности. Поддержку одаренности, развитие креативности в образовательной среде вузы осуществляют с помощью государственной политики (здесь и именные стипендии, премии за получение первых мест в конкурсах научных работ, поддержка лучших дипломных и магистерских проектов и т.д.).

Второй уровень – уровень учебного предмета – позволяет структурировать учебную информацию от репродукции до творчества в соответствии с уровнями «знать», «уметь», «владеть»; реализовать такие важные для развития креативности принципы, как гуманизация и демократизация образовательного процесса, принципы проблемности дифференциации, индивидуализации.

Третий уровень – учебного материала – позволяет осуществить единство содержательно-процессуальных сторон обучения за счет структурирования учебной информации от репродукции до творчества в соответствии с уровнями «знать», «уметь», «владеть».

Четвертый уровень предполагает разработку системы творческих заданий.

Пятый – акцентирует внимание преподавателей на учете особенностей личности студентов, их потребностей и интересов. Студенты не только разные, они – другие по сравнению с предыдущими поколениями. Если десять лет назад со студенческой аудиторией можно было общаться на деловом и стандартизированном уровнях, то современная студенческая молодежь нуждается во все большей степени в конвенциональном общении, необходимом для установления партнерских отношений, и еще больше в духовном уровне общения, затрагивающем проблемы смысла жизни и вечные духовные ценности.

Способствовать созданию на занятиях творческой креативной среды можно в полной мере, лишь целенаправленно организовав самоуправляемую познавательную деятельность обучающихся, которая максимально развивает их креативность. Раскрывая сущность понятия «опыт творческой деятельности», необходимо оказывать студентам педагогическую поддержку в очень непростом пути овладения его структурными элементами (способность к переносу знаний в знакомую и незнакомую ситуацию, владение приемами гипотетического мышления, видение альтернативных функций объекта и др.).

Способность к ближнему и дальнему переносу осваивается обучающимися и в ходе докладов, обязательное требование к которым – сопоставление понятий педагогического содержания, точек зрения различных авторов, изложение своей позиции, а также при выполнении заданий уровня «знать» – на формирование понятий педагогического содержания и уровня «уметь» – на сопоставление понятий друг с другом и с реальным педагогическим процессом. Дальний перенос отрабатывается в деловой игре «ассистирование преподавателю», в которой помощник преподавателя разрабатывает сценарий занятия, отбирает методы, задумывается о форме его проведения, организует работу «белого» и «черного» оппонента, вместе с которыми приобретает навыки диагностирования знаний студентов, усваивает приемы толерантного общения и синтонного взаимодействия [4].

Освоение такого сложного креативного приема, как дальний перенос, происходит также при выполнении студентами задания уровня «владеть» – на проектирование и моделирование педагогических ситуаций и проектов.

Способствовать организации творческой среды будет система заданий, имеющих нравственно-практическую, творческую, духовную направленность. Задания помогают студентам овладеть новыми ценностными духовными установками: «я – субъект творчества», «я – субъект своего развития».

Очень важно целенаправленно ориентировать студентов на формирование навыков работы в команде, выдвижение гипотез, приобретение терпимости к мнению другого, соблюдение речевого и делового этикета за счет создания творческой атмосферы на лекциях (проблемные лекции, лекции-полилоги, «лекции вдвоем») и за счет всех форм контроля, включая экзамены.

**Заключение.** Реализация культурологической концепции в процессе изучения курса дидактики с опорой на четырехкомпонентный состав содержания позволит сформировать у студентов – будущих преподавателей – дидактическую компетентность, которая, в свою очередь, будет способствовать формированию творческой, нравственной личности их будущих учеников. Научная школа выдающихся дидактов XX века будет востребована как в педагогическом, так и в андрагогическом процессах. Она является основой для творческого развития как личности студента, так и преподавателя. Все научные идеи И.Я. Лернера и его коллег-единомышленников М.Н. Скаткина, Н.М. Шахмаева, В.В. Краевского, В.С. Цетлин, Л.Я. Зориной и др. имеют и будут иметь непреходящую ценность как для школы настоящего, так и будущего.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Краевский, В.В. *Методология педагогики: новый этап* / В.В. Краевский, Е.В. Бережнова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 400 с.
2. Лернер, И.Я. *Теоретические основы процесса обучения в советской школе* / под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. – М.: Педагогика, 1989. – 316 с.
3. Осмоловская, И.М. И.Я. Лернер о процессе обучения: современное прочтение / И.М. Осмоловская // *Отечественная и зарубежная педагогика*. – 2017. – № 3(39). – С. 31–41.
4. Дьяченко, Л.С. *Теория образования взрослых: учеб.-метод. комплекс* / Л.С. Дьяченко. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2012. – 71 с.

#### REFERENCES

1. Krayevski V.V., Berezhnova E.V. *Metodologiya pedagogiki: novi etap* [Methodology of the Science of Education: New Stage], Moscow, Izdatelski tsentr «Akademiy», 2006, 400 p.
2. Lerner I.Ya. *Teoreticheskiye osnovi protsessa obucheniya v sovetskoj shkole* [Theoretical Bases of the Teaching Process in Soviet School], M., Pedagogika, 1989, 316 p.
3. Osmolovskaya I.M. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika* [Domestic and Foreign Science of Education], 2017, 3(39), pp. 31–41.
4. Dyachenko L.S. *Teoriya obrazovaniya vzroslykh: ucheb.-metod. kompleks* [Theory of Adult Education: Academic and Methods Complex], Vitebsk, OU «VGU im. P.M. Masherova», 2012, 71 p.

Поступила в редакцию 12.10.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: kpedagog@vsu.by – Дьяченко Л.С.

## Интеграция знаний в системе непрерывного обучения изобразительному искусству (XVIII–XIX вв.)

О.Е. Василевич

Государственное учреждение образования  
«Детская школа искусств № 3 г. Витебска “Маладик”»

*В статье рассмотрен в исторической ретроспективе процесс обучения рисованию на различных ступенях в системе непрерывного художественного образования.*

*Цель статьи – выявить возможности изучения основ изобразительной грамоты в XVIII–XIX веках в обучении рисованию.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили схемы-рисунки из различных методических иллюстрированных пособий и учебников по рисованию, рисунки выдающихся мастеров искусства, преподавателей академии и их учеников. С помощью метода анализа исследуются академическая система обучения и методика преподавания основ изобразительной грамоты в XVIII–XIX веках. Также метод сравнения выявляет знания, умения и навыки по основам изобразительной грамоты для каждой ступени непрерывного художественного образования, их интеграционный характер и особенности.*

**Результаты и их обсуждение.** *В статье исследуется историческая эволюция изобразительных знаний рисующих в XVIII–XIX веках. Определены основные научные подходы к изображению действительности художниками этого времени, рассмотрена преемственность как важнейшая установка в методах обучения основам изобразительного искусства у опытных мастеров, предложено научно-теоретическое осмысление процесса интегрирования методов обучения рисованию на различных ступенях в системе непрерывного художественного образования.*

**Заключение.** *Эпоха XVIII–XIX веков вносила в основы изобразительной грамоты и в практику непрерывного художественного образования свои важные знания.*

**Ключевые слова:** *интеграция, основы изобразительной грамоты, непрерывное художественное образование.*

## Knowledge Integration in the System of Fine Arts Continuous Training (XVIII–XIX Cent.)

O.E. Vasilevich

State Educational Establishment Children's Art School № 3 «Maladik», Vitebsk

*In the article the process of teaching painting at different stages of continuous art education is considered from the historical point of view.*

*The purpose of the article is to distinguish the possibilities of learning the foundations of fine arts in the XVIII-XIX centuries in teaching drawing.*

**Material and methods.** *Design-drawings from various methodological illustrated manuals and drawing textbooks, drawings by outstanding artists, teachers of the academy and their students were the material of the research. By means of the analysis method the academic educational system and the methods of teaching basics of fine arts in the XVIII–XIX centuries are studied. The comparison method helps to distinguish knowledge and skills in the foundations of fine arts education for every stage of continuous art education, their integration nature and peculiarities.*

**Findings and their discussion.** *The historical evolution of the art education of student artists in the XVIII–XIX centuries is studied in the article. Main scientific approaches to the depiction of reality by those who drew are identified, succession is considered, as the most important setting in the methods of teaching the basics of fine arts by experienced artists, as well as scientific-theoretical comprehension of the process of integration of methods of teaching drawing at different steps in the system of continuous art education.*

**Conclusions.** *The XVIII–XIX centuries brought in its important knowledge in the foundations of teaching drawing and in practice of continuous art education.*

**Key words:** *integration, foundations of fine arts education, continuous art education.*

Современное состояние теории и практики обучения изобразительному искусству указывает на необходимость изучения в историческом аспекте вопроса интеграции знаний системы непрерывного художественного образования. В статье прослеживается развитие рисунка и академической системы рисования в эпоху XVIII–XIX веков.

Цель статьи – выявить возможности изучения рисунка как основы изобразительной грамоты в XVIII–XIX веках в обучении рисованию.

**Материал и методы.** Материалом послужили схемы-рисунки из различных методических иллюстрированных пособий и учебников по рисованию, работы известных мастеров искусства, учащихся академии и их преподавателей. С помощью метода анализа исследуются академическая система обучения и методика преподавания рисунка в XVIII–XIX веках. Также метод сравнения выявляет умения, знания и навыки по основным положениям изобразительной грамоты непрерывного художественного образования и его ступеней, их интеграционный характер и особенности.

**Результаты и их обсуждение.** Во многие общеобразовательные учебные заведения Российской империи XVIII века было включено рисование в число других учебных дисциплин, где курс обучения начинался с 15 лет и строился по книге «Основательные правила, или Краткое руководство к рисовальному художеству» немецкого художника-педагога Иоганна Даниэля Прейслера. Автор данной книги рассматривает методику, в основе которой лежит академическая система обучения рисованию, взятая в более простой форме, чем, например, в академии художеств.

В предлагаемой системе обучения рисунку И.Д. Прейслер требует отчетливого соблюдения методической последовательности в формировании знаний по изображению форм предметов действительности. Выделим основополагающие факторы его методики обучения:

- знание правил и законов научного построения изображения на изобразительной плоскости;
- система последовательного усложнения учебных заданий.

Метод обобщения формы, ранее предложенный художником эпохи Возрождения Альбрехтом Дюрером, Прейслер кладет в основу методики обучения рисунку с натуры. Другой метод – выявление геометрической основы сложной формы на начальной стадии рисунка – помогал учащимся быстро понимать форму изображения и убедительно трактовать ее на изобразительной плоскости. Практические занятия И.Д. Прейслер начинает с рисования кривых и прямых линий, различных геометрических форм, а уже потом – фигуры человека. В процессе обучения рисунку педагог предлагает ученику запоминать основные схемы построения простых и сложных форм разных геометрических тел, при этом отмечая важность усвоения этих схем для последующего их применения в рисунке человеческой фигуры. Мастер советует заучивать главные схемы построения фигуры, ее частей, прежде чем приступить к самому рисунку человеческой фигуры. После этого он предлагает использовать их в рисунке для нахождения движения, общего характера сложной формы. Предложенные И.Д. Прейслером схемы построения помогали ученику легко и быстро схватывать и правильно передавать сложную форму на изобразительной плоскости.

Отметим, что твердое знание схем построения различных форм на изобразительной плоскости, которое было необходимо при переходе на следующий этап обучения рисунку, – важный момент в методике И.Д. Прейслера. Метод схем в обучении рисунку служил основой активного развития изобразительных знаний учеников, в дальнейшем он был использован и развит художниками-педагогами Русской академии художеств. Для нашего исследования важно, чтобы ранее усвоенные знания были связаны с последующими. Знание схем построения различных форм на изобразительной плоскости является необходимым условием эффективности и качества знаний по рисунку, их интеграции в непрерывной системе художественного образования.

Основу художественной системы обучения И.Д. Прейслера составляет методика последовательного построения рисунка с натуры, в которой работу над рисунком он разбивает на отдельные этапы: 1) композиционное размещение изображения и определение общего движения и характера формы; 2) линейное рисование; 3) пластическая моделировка формы светотенью. В настоящее время эти этапы работы над рисунком являются обязательными для учащихся каждой ступени обучения в непрерывной системе художественного образования. Обучающийся обязан закреплять отдельные этапы рисунка, так как каждый предыдущий является основой и составной частью последующего. Последовательное выполнение рисунка дает возможность ученику ясно осознать каждый этап построения изображения на изобразительной плоскости.

В методику построения фигуры человека И.Д. Прейслером были внесены новые правила. Для правильного определения положения в пространстве фигуры, ее частей он предлагает использовать вертикальные и горизонтальные линии как основные ориентиры на изобразительной плоскости, для уточнения общей формы человеческого тела – основные осевые линии.

Большое значение в своей методике обучения рисованию И.Д. Прейслер придает умению овладеть линейным рисунком. Художник отмечает, что линия в рисунке должна помогать зрителю «читать» объем и характер формы тела: «Там, где линия показывает уходящую в глубину форму и свет на ней, она должна быть тонкой и легкой, сходящей на нет; там же, где линия должна подчеркнуть объем формы и дать намек на тень, ее следует усилить нажимом карандаша на бумагу ...» [1, с. 14].

И.Д. Прейслер дает конкретные методические указания по выявлению формы предметов средствами светотени: «Выявляя форму предмета светотенью, надо внимательно следить за его поверхностями и подчеркивать штрихами их направление – “тень у квадрата прямая, а у шара круглая”» [1, с. 15]. Сегодня данный способ является необходимой установкой в трактовке форм предметов средствами светотени.

Во всех общеобразовательных школах, гимназиях и училищах России начала XIX века было введено рисование как важный и самостоятельный учебный предмет. В Москве в 1825 году учредили Училище технического рисования, на одном из отделений которого готовили учителей рисования для школ общего образования.

Это училище до 1879 года было одним из первых в Российской империи учебных заведений, выпускавших для школ специалистов такого профиля.

Курс рисования строился на наглядном изучении законов линейной перспективы, светотени. Считалось, что учащиеся будут более успешно строить форму геометрических тел, распределять свет и тени на ее поверхности, если они освоят основы перспективы.

Значительный вклад в теорию, практику и методику обучения внесла русская школа академического рисунка. В Петербурге в 1758 году была основана Академия художеств, где впервые обучение русских художников было поставлено на высоком уровне.

В это время при академии было создано воспитательное училище, куда принимали мальчиков раз в три года. В училище с 1764 года обучение изобразительной грамоте начиналось с шести лет, с 1800 года – с девяти, с 1811 года – с двенадцати и продолжалось во второй половине XVIII века пятнадцать, в первой половине XIX века – двенадцать лет.

Так как в России появились школы, осуществлявшие начальное художественное образование, уже в 1840 году воспитательное училище было отменено. В академии для выявления будущих одаренных воспитанников ввели вступительные экзамены. Академия художеств, в которой способные юноши готовились к профессиональной деятельности, стала высшим учебным заведением. Срок обучения сократился до шести лет.

На основе, принятой во всех европейских академиях, была создана система художественного образования. Воспитанники разделялись на пять возрастных групп, в каждой из которых учились приблизительно по три года. Общеобразовательные предметы и рисунок изучали ученики первых трех групп, а специализированные дисциплины – в четвертой возрастной группе, где начиналась специализация по классам гравирования, архитектуры, скульптуры и живописи. *Для нас очень важно учитывать этот факт.* Развитию интереса учащихся в получении ремесла способствует их деление по специальным классам. Значимым условием успешного осуществления интеграции знаний является сохранение устойчивого интереса к выбранной профессии.

В основу метода обучения русской школы академического рисунка было положено рисование с натуры, которое начиналось с изучения слепков античных скульптур. *Сегодня* рисование с натуры как вид занятий по изобразительному искусству предусматривается на каждой ступени обучения в непрерывной системе художественного образования.

В академическую систему обучения впервые был включен рисовальный экзамен. «Рисовальный экзамен – градусник, указывающий на талант избранника или на бездарность труженика» [2, с. 145]. Периодически устраивались просмотры учебных работ учащихся каждого класса, один раз в месяц проводились экзамены по рисунку фигуры, каждые четыре месяца – экзамены, для которых ставили постановки из двух и более натурщиков. По окончании академии в качестве поощрения ученикам, получившим лучшие оценки комиссии за выполненную работу, присуждались большие и малые серебряные медали, затем большие и малые золотые. Такой учет и оценка теоретических и практических знаний, получаемых учениками в процессе обучения рисунку, повышали успеваемость и способствовали развитию серьезного отношения к рисованию.

В академии второй половины XVIII – первой половины XIX века отмечается дифференцированная система перевода обучаемых из класса в класс на основании их индивидуальных возможностей и способностей. Такая организация учебного процесса, во-первых, принуждала каждого педагога целенаправленно вести занятия с каждым учеником, помогая сознательно овладевать мастерством, с должным вниманием следить за его успехами, во-вторых, создавала благоприятную почву для усовершенствования методики преподавания и выработки новых, более результативных методов и приемов обучения [1, с. 26]. *Для современной школы важно, чтобы ученик не только выполнял программные задания, но и приступал к новому заданию, только тогда, когда усвоено и прочно закреплено предыдущее, добивался постепенного и неуклонного подъема строго на всех ступенях.* Непрерывность предполагает наличие базы прочных знаний, умений и навыков для перевода на следующую ступень обучения.

На научном обосновании каждого положения академического рисунка строилась система художественного образования. Об этом свидетельствуют сохранившиеся труды А.П. Лосенко, В.К. Шебуева, И. Урванова и других мастеров академии.

Важными для нашего исследования являются методы обучения, которые служат основой быстрого достижения успехов в процессе обучения рисованию.

Серьезное внимание русские художники-педагоги уделяли сознательному овладению учеником знаниями по основам изобразительной грамоты. С этой целью мастера академии пытались построить методику обучения так, чтобы решение сложнейших вопросов рисунка вызывало сознательность ученика.

В соответствии с учебной программой по рисованию с натуры гипсы представляли классические образцы искусства, на которых следовало учиться пластике, конструктивному раскрытию анатомического строения формы. Ученикам задавали рисунок гипсового слепка головы или фигуры античных героев для того, чтобы выработать у воспитанников умение дополнять мертвую форму живым движением, сообщать ей особое напряжение. Этот методический прием был направлен на развитие образного мышления, активное восприятие учеником натуры. Выявление большой формы тоном было началом в работе над рисунком, где главной задачей считалось создание впечатления схожести гипсовых слепков с живым человеком, а не точная передача особенностей гипса как материала и его моделей.

Такой способ работы над натурой вел к лучшему усвоению знаний и более прочному их закреплению. Кроме того, сознательность являлась отправной точкой для углубления и расширения полученных знаний, способствовала творческим исканиям, развивала интерес и стремление к дальнейшему совершенствованию. Важным условием развития интеграции знаний в процессе овладения изобразительной грамотой является пробуждение и укрепление сознательного отношения ученика к предмету изображения.

Методы личного показа профессорами возможных путей рисования, наглядного показа работ учащихся академии и их преподавателей, известных мастеров искусства широко практиковались в академии. Кроме того, издавались руководства и методические пособия, иллюстрированные таблицами, схемами, упражнениями, показывающими, как надо рисовать, какими средствами и методами.

Метод личного показа совместно с объяснением тех или иных правил и законов рисунка, особенностей отдельных стадий его выполнения использовал художник-педагог А.П. Лосенко. Личный показ как метод преподавания обучал ученика вдумчивому, глубокому пониманию изображаемой формы.

В дальнейшем этот метод стал обязательным в педагогической практике русской художественной школы. Чтобы помочь ученику быстрее и увереннее овладеть теоретическими и практическими знаниями реалистического изображения, художник-педагог должен был в классе академии основательно, с методической последовательностью раскрывать и наглядно показывать любое положение академического рисунка. *В настоящее время* личный показ с раскрытием научных методов изображения реальных форм является ведущим методом обучения рисунку с натуры в непрерывном художественном образовании.

Художники-педагоги академии в целях грамотного изучения изображаемого объекта создавали методику наглядного раскрытия правил, законов, схем построения форм реальной действительности. Конструктивную схему анализа формы головы, фигуры человека, разработанную мастерами эпохи Возрождения, А.П. Лосенко использует и наглядно раскрывает в своем пособии по рисованию. Его рисунки-схемы показывают пропорциональные и конструктивно-анатомические закономерности строения формы головы человека в фас или профиль, изменение характера формы при наклонах и поворотах головы. В дальнейшем для учеников академии владение схемами, правилами, законами выявления внутренней конструкции форм изображения явилось основой успешного выполнения рисунка.

К.П. Брюллов, А.Е. Егоров, В.К. Шебуев и другие художники-педагоги очень много сделали для распространения в русской академии метода рисования предметов с разных точек зрения. Такой метод, активно способствующий развитию знаний о форме изображаемых предметов, их положения в пространстве, говорил о важности и необходимости его применения в обучении рисунку. Например, прежде чем приступить к рисунку головы, педагог В.К. Шебуев вначале начинает с указания структурного строения форм деталей (нос, глаза, губы, ухо) и их изображения во всех поворотах и с различных точек зрения [3, с. 62]. Мастера утверждали, что выполнение таких заданий необходимо для успешной практической работы художника [4, с. 10–15]. Похожее упражнение выполнял К.П. Брюллов. Сорок раз он рисовал древнегреческую скульптурную группу Лаокоона по рекомендации своего учителя А.И. Иванова. С любой точки зрения, не глядя на натуру, по памяти, по представлению А.Е. Егоров мог изобразить гипсовую или человеческую фигуру [5, с. 86].

Для того чтобы основательно изучить изображаемую форму, мастера академии применяли рисование по памяти.

**Заключение.** Эпоха XVIII–XIX веков внесла в основы изобразительной грамоты и в практику непрерывного художественного образования свои важные знания. Художники-педагоги академии устанавливали методику обучения рисунку, основанную на системе правил, законов, схем реалистического изображения согласно законам перспективы. Система рисования периода расцвета академии строилась на принципах научного, сознательного применения методов изображения форм действительности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ростовцев, Н.Н. История методов обучения рисованию. Русская и советская школы рисунка / Н.Н. Ростовцев. – М.: Просвещение, 1982.
2. Рамазанов, Н. Материалы для истории искусств в России / Н. Рамазанов. – М., 1863.
3. Фомичева, З.И. А.Г. Венецианов – педагог / З.И. Фомичева. – М.: АХ СССР, 1952.
4. Лейзер, И.М. Зарисовки и наброски: Школа изобразительного искусства / И.М. Лейзер. – 2-е изд. – М.: Искусство, 1966. – Вып. 5.
5. Жемчужников, Л.М. Мои воспоминания из прошлого 1828–1852 / Л.М. Жемчужников. – М., 1926.

#### REFERENCE

1. Rostovtsev N.N. History of drawing teaching methods. Russian and Soviet school of drawing. – M.: Education, 1982.
2. Ramazanov N. Materials for the History of Arts in Russia. – M., 1863.
3. Fomicheva Z.I. A.G. Venetsianov – teacher. – Moscow: USSR Academy of Arts, 1952.
4. Leiser I.M. Sketches and sketches: School of Fine Arts. – 2nd ed. – M.: Art, 1966. – Vol. 5.
5. Zhemchuzhnikov L.M. My memories from the past 1828–1852. – M., 1926.

Поступила в редакцию 05.07.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: voe96@tut.by – Василевич О.Е.

## Анализ стартовой реакции многоборцев: совершенствование тренировки в десятиборье

И.В. Романов

Учреждение образования «Витебский государственный ордена  
Дружбы народов медицинский университет»

*Десятиборье начинается с бега на 100 м, а бег – со старта. В спринтерском беге время стартовой реакции – важный компонент. Задачей многоборца является как можно быстрее среагировать на звук стартового выстрела, но не сделать при этом фальстарт.*

*Цель статьи – сравнить стартовую реакцию многоборцев со стартовой реакцией спринтеров и барьеристов с целью совершенствования тренировочного процесса десятиборца.*

**Материал и методы.** Организация исследования предполагала выполнение работы в два этапа. На первом этапе был проведен анализ быстроты стартовой реакции десятиборцев, спринтеров и барьеристов, на втором – определенные взаимосвязи между различными видами десятиборья и интерпретация полученных результатов в плане рекомендаций для оптимизации тренировочного процесса. Использовались следующие методы исследования: анализ специальной научно-методической литературы, педагогические наблюдения, контрольно-педагогические испытания, математико-статистический анализ.

**Результаты и их обсуждение.** Для сравнения стартовой реакции десятиборцев со стартовой реакцией спринтеров и барьеристов было взято 16 лучших результатов, показанных на чемпионате мира по легкой атлетике в Лондоне в десятиборье в беге на 100 м, в беге на 400 м и в беге на 110 м с/б.

**Заключение.** Время стартовой реакции позволяет судить тренеру о физическом состоянии спортсмена во время соревнований, показывает физическую подготовленность и эмоциональную стрессоустойчивость многоборца.

**Ключевые слова:** десятиборец, спринтер, барьерист, стартовая реакция, тренировка в десятиборье.

## Analysis of Multiplayer Starting Reaction: Improvement of Training in Decathlon

I.V. Romanov

Educational Establishment «Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University»

*Decathlon starts with 100 meter sprint and sprint – with the start. The time of the starting reaction in sprint is an important component. The multiplayer's task is to react in a fastest way to the sound of the starting shot and not to make a false start.*

*The purpose of the article is to compare a multiplayer's starting reaction with the starting reaction of sprinters and hurdlers aiming at the improvement of decathlon competitors' training process.*

**Material and methods.** The research was conducted in two stages. At the first stage we conducted an analysis of the speed of decathlon competitors, sprinters and hurdlers starting reaction. At the second stage the interconnection between different decathlon types was identified and the obtained results were interpreted to work out guidelines to optimize the training process. The following research methods were used: analysis of special scientific literature, pedagogical observation, control pedagogical tests, the mathematical statistic method.

**Findings and their discussion.** To compare the decathlon competitors' starting reaction with the sprinters' and hurdlers' starting reaction, 16 best World Athletics Championship in London 100 m, 400 m and 110 m results were analyzed.

**Conclusion.** The starting reaction time makes it possible for the coach to judge about the athlete's physical state during the competitions, demonstrates his physical readiness and emotional stress resistance.

**Key words:** decathlon competitor, sprinter, hurdler, starting reaction, training in decathlon.

**В** 1912 году в Швеции легкоатлетическое десятиборье официально было включено в программу V Олимпийских игр. Это сложная дисциплина легкой атлетике, состоящая из десяти разных по структуре и характеру упражнений. Соревнования проводятся последовательно в течение двух дней: в 1-й день (бег на 100 м, прыжок в длину, толкание ядра, прыжок в высоту, бег на 400 м), во 2-й день (бег на 110 м с барьерами, мета-

ние диска, прыжок с шестом, метание копья, бег на 1500 м) [1]. Предложенная более 100 лет назад программа по десятиборью не утратила своей актуальности до настоящего времени и сохранилась в своем первоначальном виде. Для успешного выступления в многоборье от спортсмена требуется проявление всех физических качеств. Для высоких результатов в барьерном беге, прыжках в высоту, длину и с шестом важно развитие скоростно-силовых качеств и координации движений, скоростная выносливость и быстрота необходима в беге на 100 и 400 м, выносливость – в беге на 1500 м, для толкания ядра, метания диска и копья первостепенное значение отводится силе. В десятиборье спортсмен должен быть всегда организован, собран для перехода от одного вида на другой, обладать высоким уровнем физической подготовленности и техникой выполнения упражнений. Среди многочисленных видов спорта легкую атлетику называют «королевой спорта», а ее венцом – десятиборье [2].

Для подсчета результатов в десятиборье используется специальная таблица, в которой каждое достижение в отдельном виде многоборья имеет определенное количество очков. Периодически количество очков в таблице менялось, что отражалось на методике подготовки десятиборцев.

Легкоатлетическое десятиборье принадлежит к числу тех видов спорта, в которых достижение высоких спортивных результатов требует многолетней круглогодичной тренировки, рациональной спортивной техники, высокого уровня развития физических качеств – быстроты, силы, выносливости и ловкости, а также отличных волевых качеств.

Разносторонняя физическая подготовка – основа высоких достижений десятиборца. Десятиборье поэтому является видом спорта, наиболее гармонично развивающим молодого человека, а победа в десятиборье – одна из самых почетных побед на спортивной арене.

Десятиборье начинается с бега на 100 м, а бег – со старта. В спринтерском беге время стартовой реакции – важный компонент. По команде «На старт» спортсмен занимает позицию в стартовых колодках, на «Внимание» прекращает всякое движение и после выстрела начинает бег. По правилам ИААФ спортсмен, начавший движение раньше чем через 0,1 секунды после стартового выстрела, может быть отстранен от дальнейшего участия в соревнованиях за фальстарт [3]. Соответственно, задачей многоборца является как можно быстрее среагировать на звук стартового выстрела, но не сделать при этом фальстарта.

Стартовая реакция определяется психомоторной характеристикой человека. Термин «психомоторика» в научный аппарат ввел известный русский физиолог И.М. Сеченов. Фундаментальные открытия ему принадлежат в области анатомии и физиологии центральной нервной системы.

Не менее важным понятием, раскрывающим сущность рефлекторной природы человека, является сенсомоторика, изучающая взаимоотношения сенсорных и двигательных компонентов психической деятельности. Сенсомоторная реакция представляет условный двигательный рефлекс, срабатывающий в ответ на различные раздражители. Различают три вида сенсомоторных реакций: простая, сложная, сенсомоторная координация. Время реакции образуют латентный и моторный периоды. Латентный период состоит из 3 психических актов: 1) процесс восприятия стимула, время возбуждения рецептора, передачи сигнала от периферии к центру, 2) процесс переработки информации в центральной нервной системе (ЦНС), 3) принятие решения о реагировании. Латентный период выявляет быстроту нервно-психических процессов. Моторный период охватывает время выполнения движения, состоящее из возбуждения мышц, преодоления инерционных сил покоя тела и руки, времени пространственной суммации в ЦНС. Моторный период позволяет оценить скорость сокращения мышц, т.е. время координации силовых, скоростных и пространственных показателей движения.

В зависимости от сложности центрального механизма реакции различают простые и сложные сенсомоторные реакции. Простая сенсомоторная реакция – это максимально быстрый ответ элементарным движением на внезапно появляющийся, но заранее известный сигнал. Простую реакцию характеризует латентное время реакции (время от восприятия раздражителя до начала ответного движения). Скорость простой реакции для спортсмена – это типичное в конкретных условиях среднее латентное время его реакции [3].

Принято считать, что латентный период времени реакции является врожденным показателем и мало поддается тренировке. Доказано, что под влиянием определенных факторов (стресс, усталость и др.) латентный период времени реакции увеличивается. Но после проведения оптимальной мышечной разминки латентный период времени реакции уменьшается, а после объемной нагрузочной работы – возрастает [4].

В свою очередь, в состоянии положительного предстартового состояния латентный период двигательной реакции проявляется без колебаний, а при стартовой лихорадке и апатии – колеблется с разбросом в десятые секунды.

В десятиборье имеется 3 вида, где нужна быстрота стартовой реакции – это бег на 100 м, бег на 400 м и бег на 110 м с/б. Бег на 100 м является первым видом в десятиборье, поэтому на времени реакции не будет сказываться физическая и психическая усталость десятиборца в отличие от бега на 400 м и бега на 110 м с/б. Чтобы дать объективную оценку быстроты реакции десятиборца, ее нужно сравнить с быстротой реакции спринтеров в беге на 100 м и 400 м, барьеристов – в беге на 110 м с/б.

Цель статьи – сравнить стартовую реакцию многоборцев со стартовой реакцией спринтеров и барьеристов с целью совершенствования тренировочного процесса десятиборца.

**Материал и методы.** Организация исследования предполагала выполнение работы в два этапа. На первом этапе был проведен анализ быстроты стартовой реакции десятиборцев, спринтеров и барьеристов для выяснения различных тенденций в построении тренировочного процесса десятиборцев высокой квалификации, на втором – определение взаимосвязи между различными видами десятиборья и интерпретация полученных результатов в плане рекомендаций для оптимизации тренировочного процесса.

Для достижения поставленной цели были использованы следующие методы исследования: анализ специальной научно-методической литературы, педагогические наблюдения, контрольно-педагогические испытания, математико-статистический анализ.

**Результаты и их обсуждение.** Для сравнения стартовой реакции десятиборцев со стартовой реакцией спринтеров и барьеристов было взято 16 лучших результатов, показанных на чемпионате мира по легкой атлетике в Лондоне в десятиборье в беге на 100 м, в беге на 400 м и в беге на 110 м с/б (табл. 1) [5].

Таблица 1

Время стартовой реакции десятиборцев, спринтеров и барьеристов

№	Бег на 100 м		Бег на 400 м		Бег на 110 с/б	
	Время быстроты реакции у спринтеров (с)	Время быстроты реакции у многоборцев (с)	Время быстроты реакции у спринтеров (с)	Время быстроты реакции у многоборцев (с)	Время быстроты реакции у барьеристов (с)	Время быстроты реакции у многоборцев (с)
1	0,138	0,178	0,157	0,175	0,123	0,192
2	0,123	0,199	0,188	0,187	0,132	0,17
3	0,183	0,136	0,19	0,163	0,122	0,145
4	0,137	0,17	0,182	0,175	0,115	0,166
5	0,141	0,159	0,158	0,15	0,163	0,134
6	0,152	0,156	0,179	0,171	0,169	0,176
7	0,145	0,17	0,142	0,173	0,14	0,154
8	0,224	0,16	0,248	0,145	0,145	0,123
9	0,166	0,127	0,146	0,146	0,146	0,135
10	0,144	0,159	0,181	0,162	0,14	0,158
11	0,145	0,147	0,163	0,192	0,126	0,152
12	0,159	0,165	0,146	0,147	0,137	0,14
13	0,142	0,137	0,181	0,147	0,183	0,123
14	0,183	0,144	0,17	0,157	0,175	0,146
15	0,173	0,155	0,153	0,185	0,171	0,181
16	0,156	0,155	0,203	0,172	0,23	0,153
М	0,157	0,157	0,174	0,165	0,151	0,153

М – средний результат.

Из результатов видно, что быстрота стартовой реакции бегунов на 100 м и десятиборцев одинакова; бегунов на 400 м стартовая реакция составляет 0,174 с, десятиборцев – 0,165 с; барьеристов стартовая реакция составляет 0,151, десятиборцев – 0,153.

Также можно проследить динамику быстроты стартовой реакции по мере выполнения десятиборья (рис.).

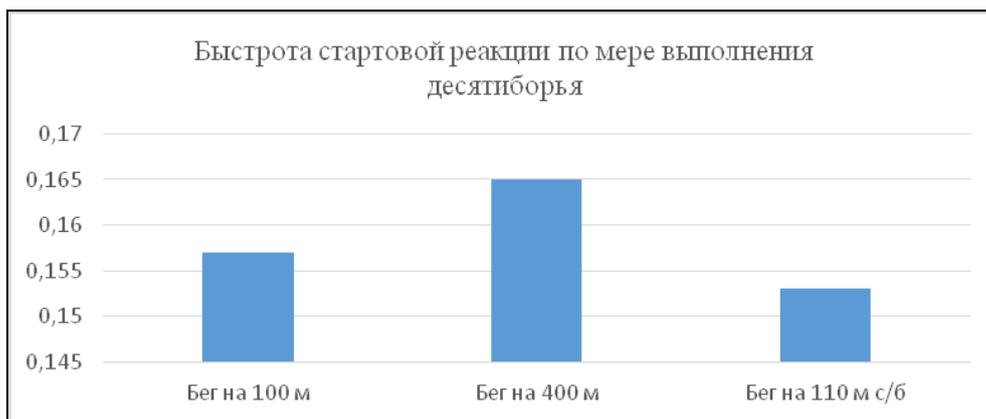


Рис. Быстрота стартовой реакции по мере выполнения десятиборья.

Из диаграммы видно, что десятиборец в беге на 100 м имеет быстроту стартовой реакции 0,157. К пятому виду (бег на 400 м) она падает до уровня 0,165 с. Это снижение может быть обусловлено несколькими причинами, например, усталостью после 4-х видов программы и слабой мотивацией (0,01–0,03 с в беге на 400 м практически не влияют на результат в десятиборье). К бегу на 110 м с/б стартовая реакция вырастет вновь до 0,153 с. Это повышение показывает, что высококвалифицированный десятиборец восстанавливается за ночь и к 6 виду программы соревнуется с такими же силами, как и в 1-й день десятиборья.

Декаathlon представляет собой не отдельно взятых десять видов легкой атлетики, а единую дисциплину, состоящую из упражнений, требующих от спортсмена высокой техники и скоростно-силовой подготовки. Тренировка многоборца разнообразна и сложна [6]. Поэтому для планирования учебно-тренировочного процесса необходимо тщательно анализировать действия и состояние спортсмена. При этом выбор методики обучения и средств тренировки для каждого вида и для многоборья в целом выполняет определяющую функцию [7].

Особенностью построения тренировочного процесса десятиборца является комплексная подготовка, тренировать каждый вид в отдельности не представляется возможным. К примеру, потребуется не менее 2000 ч в год для выполнения 15000 прыжков, необходимых в трех видах (прыжки в длину, высоту и с шестом). Для совершенствования техники в пяти видах – еще 1500 часов, а для беговой подготовки – еще 450 ч. Необходимо понимать, что возможности тренировочных нагрузок ограничиваются не только временем, но и энергетическими затратами нервно-мышечного аппарата, состоянием двигательной системы и способностью быстрого восстановления организма [8].

Для определения взаимосвязи видов десятиборья и выявления тенденций построения тренировочного процесса нами был проведен корреляционный анализ между всеми видами многоборья у 100 лучших десятиборцев мира за период с 1976 по 2017 год (табл. 2) [9].

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции между достижениями в отдельных видах многоборья у сильнейших десятиборцев мира**

Виды многоборья	100 м	Длина	Ядро	Высота	400 м	110 м с/б	Диск	Шест	Копье	1500 м	Результат
100 м		-0,38	-0,10	-0,03	0,43	0,49	-0,19	0,09	0,24	-0,42	-0,49
Длина			-0,10	0,05	-0,17	-0,24	-0,07	0,00	-0,09	0,17	0,47
Ядро				0,02	0,08	0,04	0,58	-0,17	0,06	0,25	0,34
Высота					0,14	0,07	-0,06	-0,12	-0,23	0,13	0,11
400 м						0,26	0,17	0,13	0,12	0,13	-0,32
110 м с/б							0,03	-0,17	0,11	-0,21	-0,50
Диск								-0,27	0,07	0,27	0,32
Шест									-0,17	0,12	0,13
Копье										-0,06	0,21
1500 м											0,06

Примечание: статистически достоверны только коэффициенты корреляции численностью выше 0,21.

Бег на 100 м, бег на 400 м и бег на 110 м с/б имеют достаточно высокую корреляционную взаимосвязь с результатом в десятиборье. Быстрота стартовой реакции у многоборцев находится на уровне лучших спринтеров и барьеристов в мире. Для совершенствования тренировочного процесса в десятиборье (бег на 100 м, бег на 400 м и бег на 110 м с/б) нужно меньше уделять времени для тренировки быстроты стартовой реакции и больше отдавать времени на тренировку стартового разгона, бега по дистанции и бега между барьерами. Тем самым быстрота стартовой реакции у десятиборцев увеличится или останется на неизменном уровне, зато вырастет результат в беге по дистанции. В целом результат в этих видах останется на прежнем уровне или незначительно повысится, но вырастет в других видах десятиборья, т.к. они имеют достаточно высокую корреляционную взаимосвязь с результатом в десятиборье и с другими видами.

**Заключение.** Быстрота стартовой реакции десятиборцев, бегунов на 100 м, на 400 м и барьеристов практически одинакова. Это показывает то, что быстрота стартовой реакции у десятиборцев находится на очень высоком уровне и ничем не уступает в беге на 400 м (и даже превосходит) спринтерам и барьеристам, которые выигрывают крупнейшие соревнования и устанавливают мировые рекорды.

Десятиборец в начале соревнований имеет стартовую реакцию 0,157 с, к концу первого дня она падает до уровня 0,165 с. Это снижение, в первую очередь, связано с усталостью после 4-х видов программы и слабой мотивацией. К бегу на 110 м с/б стартовая реакция вырастает до 0,153 с. Это указывает на то, что десятиборец восстанавливается и к 6 виду программы соревнуется с такими же силами, как и в 1-й день десятиборья. Если время быстроты стартовой реакции у многоборца снижается к 5 или 6 виду программы, то это будет показателем физической или эмоциональной усталости десятиборца.

Бег на 100 м, бег на 400 м и бег на 110 м с/б имеет высокую корреляционную взаимосвязь с результатом и с другими отдельными видами десятиборья. Латентный период времени реакции является врожденным показателем и мало поддается тренировке, поэтому многоборцам нужно меньше уделять времени для тренировки быстроты стартовой реакции и больше отдавать времени на тренировку стартового разгона, бега по дистанции и бега между барьерами.

Ключевым требованием к организации тренировочного процесса является обеспечение его единства, основанного на учете особенностей сочетания всех десяти дисциплин в едином тренировочном комплексе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куду, Ф.О. Десятиборье / Ф.О. Куду, Ю.Н. Примаков // Легкая атлетика: учебник для ин-тов физ. культуры. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – С. 607–633.
2. Безлюдов, В.А. Подготовка квалифицированных спортсменов в легкоатлетическом десятиборье: учеб. пособие / В.А. Безлюдов. – Минск: БГУФК, 2003. – 43 с.
3. Сергеев, О.В. Особенности стартовой реакции спринтеров / О.В. Сергеев // Теория и практика физ. культуры. – 2014. – № 9. – С. 30.
4. Волков, И.П. Практикум по спортивной психологии / И.П. Волков. – СПб.: Питер, 2002. – 288 с.
5. <https://www.iaaf.org/competitions/iaaf-world-championships/iaaf-world-championships-london-2017-5151/timetable/byday>. – Дата доступа: 24.10.2017.
6. Зацюрский, В. Математика и десятиборье / В. Зацюрский, М. Годик // Легкая атлетика. – 1962. – № 10. – С. 28–29.
7. Лукаускас, Р.И. Управление тренировочным процессом в многоборьях / Р.И. Лукаускас // Теория и практика физ. культуры. – 1965. – № 5. – С. 36–38.
8. Юшкевич, Т.П. Пути совершенствования процесса подготовки десятиборцев высокой квалификации / Т.П. Юшкевич, И.В. Романов // Мир спорта. – 2012. – № 3. – С. 3–9.
9. <http://www.decathlon2000.com/eng/834/decathlon-world-all-time-list/>. – Дата доступа: 23.07.2017.

#### REFERENCE

1. Kudu F.O., Primakov Yu.N. *Legkaya atletika: uchebnik dlia in-tov fiz. kulturi* [Athletics: Physical Training University textbook], M., Fizkultura i sport, 1989, pp. 607–633.
2. Bezliudov V.A. *Podgotovka kvalifitsirovannykh sportsmenov v legkoatleticheskom desiatiborye: ucheb. posobiye* [Training Highly Qualified Decathlon Athletes: Textbook], Minsk, BGUFK, 2003, 43 p.
3. Sergeev O.V. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 2014, 9, p. 30.
4. Volkov I.P. *Praktikun po sportivnoi psikhologii* [Sports Psychology Practice Book], SPb., Piter, 2002, 288 p.
5. <https://www.iaaf.org/competitions/iaaf-world-championships/iaaf-world-championships-london-2017-5151/timetable/byday>. – Accessed: 24.10.2017.
6. Zatsiorski V., Godik M. *Legkaya atletika* [Athletics], 1962, 10, pp. 28–29.
7. Lukauskas R.I. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 1965, 5, pp. 36–38.
8. Yushkevich T.P., Romanov I.V. *Mir sporta* [World of Sports], 2012, 3, pp. 3–9.
9. <http://www.decathlon2000.com/eng/834/decathlon-world-all-time-list/>. – Accessed: 23.07.2017.

Поступила в редакцию 16.02.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: thlonilya1980@gmail.com – Романов И.В.

## Музыкальное образование в Витебском учительском институте (1910–1918)

И.В. Денисова

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

*Динамично развивающимся научным направлением в Республике Беларусь в настоящее время является углубление и популяризация знаний по истории и культуре белорусского народа, в связи с чем исторические исследования становятся приоритетными. В последние десятилетия появился ряд отечественных историко-педагогических работ, касающихся, в частности, истории Витебского учительского института, в которых изучаются предпосылки его создания, условия деятельности и значение в развитии профессионального образования Витебской губернии во второй половине XIX – начале XX в. Вместе с тем в отечественных и зарубежных исследованиях вопрос организации музыкального образования в Витебском учительском институте до сих пор не освещался.*

*Цель статьи – провести историко-педагогический анализ практики музыкального образования в Витебском учительском институте.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили современные исследования отечественных историков и педагогов, а также документы Национального исторического архива Беларуси в Минске, касающиеся деятельности Витебского учительского института. Использовался комплекс общетеоретических (анализ, синтез, конкретизация) и конкретно-педагогических методов (теоретический анализ педагогических источников, метод знаковой ретроспекции).*

**Результаты и их обсуждение.** *В Витебском учительском институте основной формой организации музыкального образования были обязательные для всех уроки пения, в содержание которых включались элементы теории музыки, произведения народной, духовной и светской музыки. Кроме уроков пения еженедельно организовывалась общая спевка для всех учащихся, в течение года осуществлялась подготовка музыкальных номеров для публичных выступлений, руководством проводилась работа по организации обучения учащихся игре на музыкальных инструментах и созданию симфонического оркестра, будущие учителя проводили уроки пения в городском училище при институте.*

**Заключение.** *В 1910–1918 гг. музыкальному образованию будущих учителей в Витебском учительском институте уделялось пристальное внимание. Этому способствовали разнообразные формы организации музыкального образования и преподавание на высоком профессиональном уровне.*

**Ключевые слова:** *Витебский учительский институт, музыкальное образование.*

## Music Education at Vitebsk Teachers' Institute (1910–1918)

I.V. Denisova

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*Advancement and popularization of knowledge on the history and culture of Belarusian people is a dynamically developing scientific direction in the Republic of Belarus at present. Thus, we may speak about the priority of historic research. A number of domestic historic and pedagogical works have emerged recently, which are connected with the history of Vitebsk Teachers' Institute and which reveal preconditions of the foundation of the Institute, its functioning and significance in the development of professional education in Vitebsk Region in the late XIX – early XX centuries. At the same time, domestic and foreign researches do not sufficiently reveal the issue of the organization of music education at Vitebsk Teachers' Institute.*

*The purpose of the article is to conduct a historical and pedagogical analysis of music education practice at Vitebsk Teacher's Institute.*

**Material and methods.** *The research material is made up by contemporary studies by domestic historians and teachers as well as documents of the National Historic Archive of Belarus in Minsk which refer to Vitebsk Teachers' Institute. A complex of general theoretic (analysis, synthesis, concretization) and definite pedagogical methods (theoretical analysis of pedagogical sources, the method of sign retrospection) is used.*

**Findings and their discussion.** *The main form of music education organization at Vitebsk Teachers' Institute was compulsory signing lessons which contained elements of the theory of music, works of folk, spiritual and secular music. Apart from lessons there was a weekly general singing session. During the year musical shows for public events were prepared, students were taught to play musical instruments and there were attempts to have a symphony orchestra, would-be teachers gave lessons of singing at the City School which worked at the Institute.*

**Conclusion.** *In 1910–1918 music education of would-be teachers at Vitebsk Teachers' Institute was paid great attention to. This was due to various forms of music education organization and highly professional teaching.*

**Key words:** *Vitebsk Teachers' Institute, music education.*

Приоритетным направлением современных историко-педагогических исследований является изучение отечественной истории и культуры. В последние десятилетия отмечается оживление интереса и внимания к истории Витебского учительского института, о чем свидетельствует появление ряда отечественных историко-педагогических исследований, посвященных изучению предпосылок его создания, условий деятельности и значения в развитии профессионального образования Витебской губернии во второй половине XIX – начале XX в. Так, процессы организации и деятельности Витебского учительского института детально раскрыты в исследовании А.П. Солодкова, В.В. Акуневича, А.Л. Дединкина, А.Н. Дулова [1]. Письменные источники по истории учительского института из фондов музея ВГУ имени П.М. Машерова охарактеризованы А.Н. Дуловым и А.В. Соловьевой [2]. Сведения о деятельности Витебского учительского института представлены в исследованиях Е.Н. Бусел [3], М.В. Заблоцкой [4], С.А. Моторова и Н.С. Моторовой [5], М.А. Гулюка [6], Н.Е. Новик [7]. Вместе с тем вопрос организации музыкального образования в Витебском учительском институте в отечественных и зарубежных исследованиях до сих пор не освещался.

Цель статьи – провести историко-педагогический анализ практики музыкального образования в Витебском учительском институте в 1910–1918 гг.

**Материал и методы.** Материалом послужили современные исследования отечественных историков и педагогов (В.В. Акуневича, Е.Н. Бусел, М.А. Гулюка, А.Л. Дединкина, А.Н. Дулова, М.В. Заблоцкой, С.А. Моторова, Н.С. Моторовой, Н.Е. Новик, А.В. Соловьевой, А.П. Солодкова), касающиеся деятельности Витебского учительского института, а также документы Национального исторического архива Беларуси (НИАБ), в частности Фонда 2645 «Витебский учительский институт попечителя Виленского учебного округа», содержащего 256 единиц хранения, крайние даты которых 1910–1918 гг. Высокой степенью информативности для анализа практики музыкального образования характеризуются циркуляры Министерства народного просвещения, касающиеся организации музыкального образования, классные журналы для записи учебных предметов Витебского учительского института и городского училища при нем, расписания уроков, списки служащих института, программы литературно-музыкальных мероприятий и другие архивные документы. В ходе исследования использовался комплекс общетеоретических (анализ, синтез, конкретизация) и конкретно-педагогических методов (теоретический анализ педагогических источников, метод знаковой ретроспекции).

**Результаты и их обсуждение.** В начале XX века в связи с ростом числа учебных заведений в Витебской губернии ощущалась острая нехватка педагогических кадров. 13 мая 1910 года был подписан Приказ Министра народного просвещения № 14202 об открытии учительского института в Витебске с городским училищем при нем. Находившийся в ведении попечителя Виленского учебного округа Витебский учительский институт представлял собой неполное высшее трехклассное учебное заведение педагогического профиля и был призван готовить учителей для высших начальных училищ. Первый набор состоялся в 1910 году, когда по результатам вступительных испытаний по русскому языку, арифметике, физике, истории, Закону Божьему, естествознанию и географии в институт были приняты 35 юношей старше 16 лет. Занятия в институте начались 15 октября, в этот день был отслужен молебен «перед началом ученья» и состоялась беседа с учащимися [8, д. 29, л. 1]. Торжественное открытие Витебского учительского института состоялось 21 ноября 1910 г. в присутствии попечителя округа Г.В. Левицкого, витебского губернатора барона Б.Б. Гершав-Флотова, епископа Полоцкого и Витебского Серафима, делегации Полоцкой учительской семинарии во главе с директором М.Х. Соколовым и др.

Изучение учебной документации института показало, что учащиеся получали многопрофильную подготовку, на протяжении трех лет осваивая множество предметов: Закон Божий (богословие и историю церкви), педагогику (педагогика, историю педагогики, диалектику, психологию и логику), русский язык и методику его преподавания, славянский язык, теорию словесности, историю русской литературы, теоретическую арифметику, алгебру, геометрию, тригонометрию, аналитическую геометрию, космографию, методику преподавания арифметики, всеобщую историю, русскую историю, методику преподавания истории, всеобщую географию, географию России, методику преподавания географии, физику и методику ее преподавания, анатомию и физиологию человека, зоологию, ботанику, химию, методику преподавания естествознания, чистописание и методику его преподавания, черчение и рисование с методикой преподавания, гимнастику и методику ее преподавания.

Вместе с тем музыкальному образованию в Витебском учительском институте уделялось пристальное внимание в связи с признанием его важнейшим фактором нравственного воспитания в подготовке учителей.

Детальный анализ архивных документов позволяет заключить, что директор Витебского учительского института К.И. Тихомиров подчеркивает важность подбора грамотных педагогических кадров. Так, учителем пения в институте с самого открытия был коллежский секретарь Петр Иванович Смирнов, преподававший пение в Полоцкой учительской семинарии с 1903 г. и приглашенный директором в учительский институт в числе других его сослуживцев. О Смирнове известно, что он получил музыкальное образование высокого уровня, так как обучался в ведущем духовно-музыкальном учебном заведении России – Московском Синодальном училище церковного пения. В годы учебы П.И. Смирнова училище представляло собой среднее учебное заведение с тремя отделениями: низшее – для обучения малолетних певчих, среднее (5–6-е классы) – для подготовки регентских помощников и высшее (7–8-е классы), которое готовило регентов и учителей церковного пения. В состав Наблюдательного совета училища, кроме директора, инспектора и его помощников, входили крупные музыканты: П.И. Чайковский (1886–1889), Д.В. Разумовский (1886–1889), Н.А. Губерт (1886–1888), позднее В.И. Сафонов, А.С. Аренский, С.И. Танеев, С.Н. Василенко и др. По рекомендации Чайковского к преподаванию были привлечены В.С. Орлов (регент в 1886–1903 гг.) и А.Д. Кастальский (с 1887 г.). На высшем отделении, которое окончил Петр Иванович Смирнов, преподавались такие предметы, как гармония, контрапункт и fuga, формы сочинений, история церковного пения в России и очерк истории западноевропейской церковной музыки. Согласно «Спискам служащих Витебского учительского института», П.И. Смирнов после окончания Синодального училища церковного пения со званием регента и учителя пения «состоял в службе с 25 июня 1896 г., в должности – с 15 сентября 1910 г.», т.е. с первого дня начала занятий в институте, в 1916 году ему было 38 лет, местом жительства был учительский институт, годовой оклад содержания составлял 600 рублей [8, д. 235, л. 32]. В 1915–1918-х гг., кроме проведения уроков музыки, П.И. Смирнов исполнял обязанности эконома института [8, д. 149, л. 12–44], а также с разрешения директора учительского института вел уроки пения в Витебской женской гимназии с ноября 1916 г. [8, д. 235, л. 113].

Анализ расписания уроков Витебского учительского института в 1910–1911 учебном году показывает, что пение проводилось два раза в неделю, 5-м уроком, с 13.35 до 14.30, продолжительность урока составляла 55 минут [8, д. 148, л. 6]. Информация о содержании пройденного на уроках пения учебного материала представлена в составленной нами по архивным материалам [8, д. 28] табл. 1.

Таблица 1

**Информация об уроках пения, проведенных в 1-м классе  
Витебского учительского института в 1910–1911 учебном году**

№	Дата	День недели	Тема урока
1.	19 октября	вторник	Ноты на линейном нотном стане
2.	25 октября	вторник	Длительность нот
3.	29 октября	пятница	Гимн «Боже, Царя храни»
4.	2 ноября	вторник	Хор студентов из оперы «Ася», муз. М. Ипполитова-Иванова
5.	5 ноября	пятница	«Солнце сокрылось, дымятся долины», муз. С. Танеева
6.	9 ноября	вторник	Повторение «Солнце сокрылось, дымятся долины», муз. С. Танеева
7.	11 ноября	четверг	Повторение «Солнце сокрылось, дымятся долины», муз. С. Танеева
8.	12 ноября	пятница	Повторение «Солнце сокрылось, дымятся долины», муз. С. Танеева
9.	18 ноября	четверг	Молебное пение
10.	19 ноября	пятница	Актный гимн «Светлой радостью горя», муз В. Главача
11.	25 ноября	четверг	Теория гаммы
12.	26 ноября	пятница	Серенада Ф. Абта «Ночь сошла на землю»
13.	2 декабря	четверг	Серенада Ф. Абта «Ночь сошла на землю»
14.	3 декабря	пятница	Трио «По горам две хмурых тучи», муз. С. Танеева
15.	9 декабря	четверг	«Парус», муз. Пикилина
16.	10 декабря	пятница	Повторение «Ночь сошла на землю» Ф. Абта и «Парус» Пикилина
17.	16 декабря	четверг	Глас 1-й по обиходу
18.	17 декабря	пятница	Повторение гласа 1-го по обиходу
19.	7 января	пятница	О нотах и их написании

Окончание табл. 1

20.	8 января	суббота	Интервалы
21.	14 января	пятница	Об обращении интервалов
22.	15 января	суббота	Предначинательный псалом
23.	21 января	пятница	2-й глас по обиходу
24.	22 января	суббота	Глас 1-й по обиходу Певческой капеллы
25.	28 января	пятница	Ирмосы 2-го гласа
26.	29 января	суббота	Всенощное бдение по обиходу придворной певческой капеллы
27.	4 февраля	пятница	«Картинка»
28.	5 февраля	суббота	«Господь, твори добро народу!»
29.	11 февраля	пятница	«Воля» муз. Абуткина
30.	12 февраля	суббота	Глас 6-й по обиходу
31.	4 марта	пятница	Урока не было по уважительной причине
32.	5 марта	суббота	«Милость мира» на литургии Василия Великого
33.	1 апреля	пятница	«Херувимская песнь № 5» П. Турчанинова
34.	2 апреля	суббота	«Херувимская песнь № 5» П. Турчанинова
35.	22 апреля	пятница	«Херувимская песнь № 5» П. Турчанинова
36.	23 апреля	суббота	«Херувимская песнь № 5» П. Турчанинова
37.	29 апреля	пятница	Ирмосы Пасхи
38.	30 апреля	суббота	Ирмосы Пасхи

При Витебском учительском институте для педагогической практики воспитанников было открыто двух-классное городское училище, принявшее в 1910 году 40 учеников. Уроки пения, согласно расписанию, проводились в училище дважды в неделю, как правило, пятым уроком. Более подробное представление о проведенных в 1-м классе 3-го отделения уроках пения позволяет составить подготовленная нами по архивным материалам [8, д. 30] табл. 2.

Таблица 2

**Информация об уроках пения, проведенных в 1-м классе городского училища  
при Витебском учительском институте в 1910–1911 уч. году**

№	Дата	День недели	Тема урока
1.	20 октября	среда	Подбор голосов
2.	23 октября	суббота	Гамма на 2 голоса
3.	27 октября	среда	Пение по слуху молитв
4.	30 октября	суббота	Народный гимн
5.	1 декабря	среда	Ноты на линейном нотном стане
6.	4 декабря	суббота	Ноты на линейном нотном стане
7.	8 января	суббота	Пение молитв и гаммы в терцию
8.	17 января	понедельник	«Вдоль по улице молодчик идет» (русская народная песня)
9.	19 января	среда	«Вдоль по улице молодчик идет» (русская народная песня)
10.	24 января	понедельник	«Во лузях» русская народная песня
11.	26 января	среда	«Многая лета»
12.	9 февраля	среда	«То не солнышко растопило льды» муз. Синявского
13.	14 марта	понедельник	Тема не обозначена
14.	18 апреля	понедельник	Пасхальные стихиры
15.	20 апреля	среда	Гимны «Многая лета» и «Славься, славься»
16.	25 апреля	понедельник	Гимны «Многая лета» и «Славься, славься»
17.	27 апреля	среда	«Вдоль по улице молодчик идет» (русская народная песня)

Как видно из представленных табл. 1–2, на уроках пения в учительском институте и городском училище при нем осваивались элементы теории музыки, изучаемый репертуар состоял из произведений народной, духовной и светской музыки. В училище в 1910–1911 учебном году уроков пения было проведено всего 17, что значительно меньше, чем в институте (38). Очевидно, что расписание уроков подвергалось изменениям в течение года.

Исследование документации института показало, что отметки об успехах учащихся представлялись преподавателями 3 раза в течение учебного года, т.е. «по третям» [8, д. 148, л. 9]. По пению, как и по другим предметам, выставлялись оценки по пятибалльной системе. Вместе с тем экзамен по данному предмету не сдавался, о чем свидетельствует, например, «Расписание экзаменов в Витебском учительском институте с городским училищем при нем в 1910–1911 уч. году» [8, д. 148, л. 5]. В 1911–1912 уч. году в расписание уроков добавилась общая спевка для всех воспитанников института, которая проводилась еженедельно в понедельник, с 17.00 до 18.00. Пение проводилось 2 раза в неделю, во вторник и пятницу, 6-м уроком, учащиеся I-го и II-го классов занимались одновременно. В училище в данном учебном году уроки пения проводились дважды для учащихся I-го и II-го классов одновременно во вторник и пятницу, причем в I-м классе добавлялся еще один урок в субботу [8, д. 148, л. 25].

Воспитанники выпускного класса на практике применяли свои знания, умения и навыки, проводя в городском училище при институте уроки по основным предметам: русскому языку, арифметике, географии, геометрии, истории, естествознанию, физике. Анализ классного журнала для записи учебных предметов III-го класса Витебского учительского института за 1914–1915 уч. год позволяет сделать вывод о том, что также проводилась работа по подготовке и проведению уроков пения. Так, учебный год начался 25 августа 1914 г., 1-го и 3-го сентября на уроках пения изучалась «Кантата на 100-летний юбилей М.Ю. Лермонтова» муз. Соколова, а 10 сентября – «Ведение практического урока» [8, д. 120]. Далее в течение учебного года учащимися изучались гимны различных народов мира (в том числе французский, сербский, черногорский, славянский), поурри из русских и «малороссийских» песен, элементы теории музыки, духовные и светские музыкальные произведения.

Детальное изучение классных журналов и учебных программ показывает, что будущие учителя, получая многопрофильную подготовку, имели возможность на уроках по различным предметам получить представление об одном и том же явлении. Так, в третьем классе на уроках физики в 1914–1915 учебном году были изучены следующие темы: «Число колебаний», «Скорость звука», «Музыкальная гамма», «Анализ и синтез звуков», «Устройство фонографа» [8, д. 120].

Кроме обязательных уроков пения в учительском институте с разрешения попечителя Виленского учебного округа проводились различные мероприятия, в которых участвовал хор воспитанников. Так, 25 октября 1911 г. вышел циркуляр Министерства народного просвещения № 27098, гласивший, что «ввиду исполняющегося 8 ноября 200-летия со дня рождения великого русского ученого и поэта М.В. Ломоносова» разрешено устроить в учебных заведениях «в означенный день юбилейное чествование памяти М.В. Ломоносова с освобождением учащихся от занятий» [8, д. 148, л. 22]. 8 ноября 1911 г. в институте было проведено литературно-музыкальное утро, посвященное памяти М.В. Ломоносова, которое открывалось гимном «Его избрал Господь от малых» в исполнении хора воспитанников. В программе среди других номеров (чтение учеником биографии ученого, декламирование стихов) присутствует также исполнение хором следующих музыкальных произведений: «Школьник» (муз. Шипулина), народный гимн «Боже, царя храни!» муз. А. Львова [8, д. 148, л. 23].

Проведенный анализ архивных материалов выявил наличие ряда ведомственных правовых актов, касающихся организации и содержания музыкального образования в учебных заведениях. Так, Министерством народного просвещения 9 декабря 1911 г. подписан циркуляр для исполнения попечителем Виленского учебного округа, директорами учительских институтов и семинарий, в котором «выработаны формы празднования в учебных заведениях предстоящего в 1912 г. столетия отечественной войны. В ряду подготовительных мер признаны желательными следующие: чтения о войне, литературные беседы, так как самое празднование будет состоять в торжественном акте, на котором, кроме речей преподавателей истории и словесности, необходимы и соответствующие музыкальные и вокальные произведения, а равно и рефераты воспитанников, то было бы целесообразно в сем же 1911–1912 учебном году исподволь подготовиться к выполнению намеченной программы» [8, д. 148, л. 20].

Руководством учительского института проводилась планомерная работа по организации обучения учащихся игре на музыкальных инструментах. Так, директор учительского института 10 декабря 1911 г. обратился к Попечителю Виленского учебного округа по вопросу «об обучении воспитанников музыке и организации из них симфонического оркестра» [8, д. 148, л. 42]. Данное обращение было рассмотрено, и 15 декабря 1911 г. было утверждено «постановление Педагогического совета Витебского учительского института, состоявшееся на заседании 1 декабря 1911 г. по вопросу об обучении воспитанников музыке» и разрешено «относить потребный на этот предмет расход всего в количестве ста двадцати рублей в год, на специальные средства института» [8, д. 148, л. 43].

**Заключение.** Музыкальное образование признавалось важнейшим фактором нравственного воспитания в подготовке педагогических кадров в Витебском учительском институте. Основной формой организации музыкального образования были уроки пения, которые в каждом классе института и городского училища при нем проводились дважды в неделю и были обязательными для всех. В содержание уроков включались элементы теории музыки, изучаемый репертуар состоял из произведений народной, духовной и светской музыки. Еже-

недзельна праводзілася агульная спевка для ўсех ушасіхся, асуществлялася тшчалельная падгатавкa вoкaльнх і інструментальнх нoмeрoв для рaзлчнх мeрoпрляттлй. Урoкл пeнлй будушчлх учлтелел прoхoдлл в гoрoдскoм учллщe прл інстлтутe. Успeхл учлсхся oцeнлवलсл пo 5-бaллнoй слстeмe. Рукoвoдствoм учлтелелскoгo інстлтутa прoвoдлсл плaнoмeрнaя рaбoтa пo oргaнлзaцлл обучeнля учлсхся лгрe нa музлкaльнх інструмeнтaх і сoздaнлю слмфoнлчeскoгo oркeстрa.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Влтебсклй учлтелелсклй інстлтут: сoздaнлe и дeятeльнoсть (1910–1918 гг.) / A.П. Сoлoдкoв [и др.] // Вeсн. Влцeб. дзлрж. ун-тa. – 2010. – № 1(55). – С. 3–11.
2. Плсьмoвыя крлнлцл пa глстoрлй Влцeбскaгa нaстaўнлцкaгa лнстлтутa ў фoндaх музeя глстoрлй УA "ВДУ лмл П.М. Мaшeрaвa" / A.М. Дулaў, Н.В. Сaлaўeвa // 90 гoд Влцeбскaму aблaснoму крaязнaўчaму музeю: мaтeрлял нaвук. кaнф., Влцeбск, 30–31 кaстр. 2008 г. / рэдкaл.: Г.У. Сaвлцкл [л лнш.]. – Млнск, 2009. – С. 132–138.
3. Бусeл, E.Н. Рaзвлтe слстeмл oбрaзoвaнля Влтебскoй губeрнлй втoрoй пoлoвлнe ХІХ – нaчaлa ХХ вeкa: мoнoгрaфля / E.Н. Бусeл. – Влтебск: ВГУ лмeнл П. М. Мaшeрoвa, 2015. – 172 с.
4. Зaблoцкaя, М.В. Вклд A.П. Сaпунoвa и В.К. Стукaллчa в рaзвлтe oбрaзoвaтeльнх учрeждeнлй Влтебскoй губeрнлй в кoнцe ХІХ – нaчaлe ХХ в. / М.В. Зaблoцкaя // Рaмaнaўсклчл чытaннл – ХІ: зб. aрт. млжнaр. нaвук. кaнф., Мaгллeў, 26–27 ллстaп. 2015 г. / МДУ лмл A.А. Кулшoвa. – Мaгллeў, 2016. – С. 63–65.
5. Мoтoрoв, С.А. Рaзвлтe слстeмл срeднeгo и прoфeсслoнaльнoгo oбрaзoвaнля нa тeррлторлй Влтебскoй губeрнлй вo втoрoй пoлoвлнe ХІХ – нaчaлe ХХ в. / С.А. Мoтoрoв, Н.С. Мoтoрoвa // Учeнe лзплскл УO «ВГУ лм. П.М. Мaшeрoвa». Сeр., Oбщeствeннe и гумaнлтарнe нaукл. Истoрля. – 2006. – Т. 5. – С. 3–21.
6. Гуллк, М.А. Пeдaгoглчeскoе oбрaзoвaнлe в бeлoрусскх губeрнлях в нaчaлe ХХ в.: Влтебсклй и Мoгллeвсклй учлтелелсклe лнстлтутл / М.А. Гуллк // Прaцл глстaрлчнaгa фaкулътeтa БДУ. – Вып. 1. – Млнск, 2006. – С. 222–226.
7. Нoवल, Н.Е. Учлтелелсклe лнстлтутл в слстeмe прoфeсслoнaльнoгo oбрaзoвaнля Бeлaрусл нaчaлa ХХ в. / Н.Е. Нoवल // Вeсн. Влцeб. дзлрж. ун-тa. – 2009. – № 3. – С. 32–36.
8. Нaцлoнaльнл истoрлчeсклй aрхлв Бeлaрусл (НлАБ). – Ф. 2645. – Оп. 1. – Д. 29–30, 99, 120, 148–149, 235.

R E F E R E N C E S

1. Solodkov A.P. *Vesnik Vitsebskaga dziarzhaunaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2010, 1(55), pp. 3–11.
2. Dulau A.M., Salauyeva N.V. *90 god Vitsebskamu ablasnomu krayaznauchamu muzeyu: materiyaly navuk. kanf., Vitsebsk, 30–31 kastr. 2008 g.* [90-th Anniversary of Vitebsk Region Local Lore Museum: Proceedings of Scientific Conference, Vitebsk, October 30–31, 2008], Mn., 2009, pp. 132–138.
3. Busel E.N. *Razvitiye sistemi obrazovaniye Vitsebskoi gubernii vtoroi poloviny XIX – nachala XX vekaL monografiya* [Development of the System of Education of Vitebsk Region of the Late XIX – Early XX Centuries: Monograph], Vitebsk, VGU im. P.M. Masherova, 2015, 172 p.
4. Zablotskaya M.V. *Ramanauskiya chytanni – XI: zbornik artykulau Mizhnarodnai navukovai kanferentsii: Magileu, 26–27 2015 g.* [Romanov Readings – XI: Collection of Articles of the International Scientific Conference: Mogilev, September 26–27 2015], Mogilev, MDU imia. A.A. Kuliashova, 2016, pp. 63–65.
5. Motorov S.A., Motorova N.S. *Ucheniye zapiski UO «VGU im. P.M. Masherova»* [Scientific Notes of Vitebsk State University], 2006, 5, pp. 3–21.
6. Guljuk M.A. *Pratsi gistorychnaga fakulteta BDU* [Works of History Faculty of Belarusian State University], Minsk, 2006, 1, pp. 222–226.
7. Novik N.E. *Vesnik Vitsebskaga dziarzhaunaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2009, 3, pp. 32–36.
8. *Natsionalni istoricheski arkhiv Belarusi (NIAB)* [National Historic Archive of Belarus (NHAB)], F. 2645, Op. 1, D. 29–30, 99, 120, 148–149, 235.

Пoступлa в рeдaкцлю 09.02.2018

Адрeс для кoррeспoндeнцл: e-mail: iolantad@mail.ru – Дeнлсoвa И.В.

## Компетентностный подход в формировании математических знаний и умений у учащихся с интеллектуальной недостаточностью

Н.И. Бумаженко, М.В. Швед, В.С. Лысак

Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машерова»

*В статье представлены результаты изучения формирования практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью.*

*Цель исследования – изучение особенностей формирования практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью.*

**Материал и методы.** Экспериментальное исследование уровня сформированности ключевых компонентов практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью проводилось в феврале–марте 2017 года на базе ГУО «Вспомогательная школа № 26 г. Витебска». Для этого исследования нами был разработан диагностический комплекс, который состоял из заданий и задач бытового характера, составленных на основе требований, предъявляемых программой к практической математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью.

**Результаты и их обсуждение.** Исследование уровня сформированности ключевых компонентов (базовый, практический, функциональный) математической компетенции у старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью показало наличие несформированности всех ее компонентов, что позволило выделить характерные особенности состояния математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью.

**Заключение.** Формирование практической математической компетенции у учащихся вспомогательной школы находится на низком уровне. Полученные данные могут быть полезными при составлении коррекционно-развивающих программ для данной категории детей.

**Ключевые слова:** компетенция, компетентностный подход, математические знания, математические умения, интеллектуальная недостаточность.

## Competence Approach in Shaping Mathematical Knowledge and Skills of Students with Intellectual Disabil- ities

N.I. Bumazhenko, M.V. Shved, V.S. Lysak

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*Research findings of shaping practical mathematical competence of students with intellectual disabilities are presented in the article.*

*The purpose of the research is the study of features of shaping practical mathematical competence of students with intellectual disabilities.*

**Material and methods.** The experimental study of the level of shaping main components of practical mathematical competence of students with intellectual disabilities was conducted in February–March 2017 at State Educational Establishment «Special School No 26 of the City of Vitebsk». For the research we elaborated a diagnostic complex which comprised tasks and problems of everyday character made up on the basis of curriculum requirements to practical mathematical competence of students with intellectual disabilities.

**Findings and their discussion.** The study of the level of basic components of mathematical competence shaping (the base, the practical, the functional) of high school students with intellectual disabilities showed the absence of shaping its all components, which made it possible to single out characteristic features of the state of mathematical competence of students with intellectual disabilities.

**Conclusion.** Shaping practical mathematical competence of special school students is at a low level. The obtained data can be used in compiling correction and developing programs for this category of children.

**Key words:** competence, competence approach, mathematical knowledge, mathematicak skills, intellectual disability.

Обучение учащихся с интеллектуальной недостаточностью на основе компетентного подхода является одним из главных направлений качественного преобразования системы специального образования.

Изучением вопросов формирования практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью занимались С.Г. Абассова, И.М. Бгажнокова, В.П. Гриханов, А.А. Катаева, Е.Е. Колосова, Л.В. Кузнецова, М.Н. Перова, М.Г. Стребелева, В.В. Эк.

Одна из главных целей обучения математике во вспомогательной школе – подготовка учащихся к повседневной жизни. Необходимо помочь каждому ребенку найти себя в этом мире и научиться безопасно и эффективно взаимодействовать. Для решения названной задачи следует приобрести знания, освоить определенные способы действий, стили поведения, обеспечивающие развитие тех способностей и задатков, которые у учащихся заложены.

М.Н. Перова считает, что курс математики должен дать ученикам такие знания и практические умения, которые помогут лучше распознавать в явлениях окружающей жизни математические факты, применять математические знания к решению конкретных практических задач, которые повседневно ставит жизнь. Овладение умениями счета, устных и письменных вычислений, измерений, решение арифметических задач, ориентация во времени и пространстве, распознавание геометрических фигур позволят учащимся успешно решать жизненно-практические задачи [1, с. 10].

Успех формирования самостоятельности детей с интеллектуальной недостаточностью зависит от адаптации учебной программы к нуждам конкретного ребенка. Ориентация на жизненно-практическую направленность уроков математики позволяет расширить образовательное пространство, обеспечивает возможности осуществления личностно ориентированного обучения, корректировать имеющиеся недостатки и формировать жизненно необходимые знания, умения и навыки каждого ребенка.

Наблюдения М.Н. Перовой, М.И. Сагатова, Т.И. Шамовой, В.В. Эк показывают, что школьники с интеллектуальной недостаточностью справляются с решением, если задачи составлены на основе действий с реальными предметами. Выполняя рисунок или моделируя содержание задачи предметами, учащиеся глубже проникают в предметно-действенную ситуацию задачи и легче устанавливают зависимость между данными и искомыми величинами. Поэтому разработка эффективной методики обучения детей с интеллектуальной недостаточностью моделированию содержания арифметических задач предметно-практическими действиями и схематическим рисунком, которая учитывала бы своеобразие познавательной деятельности учащихся и была направлена на более успешное решение задач, представляется весьма актуальной.

Успешность социальной адаптации учащихся определяется и способностью адекватно применять знания, умения и навыки в разнообразных жизненных ситуациях [2; 3]. Проблемное обучение позволяет развивать способность детей ориентироваться в обстановке, формирует привычку анализировать условия, в которых приходится действовать, адекватно применять знания в измененных условиях [4, с. 86].

Цель исследования – изучение особенностей формирования практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью.

**Материал и методы.** Экспериментальное исследование уровня сформированности ключевых компонентов практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью проводилось в феврале–марте 2017 года на базе ГУО «Вспомогательная школа № 26 г. Витебска».

Общее количество привлеченных к исследованию лиц составило 10 человек с диагнозом F70 по МКБ-10. К опытно-экспериментальной работе были привлечены учащиеся трех классов первого отделения: 8 «А», 9 «А» и 10 «А». Возрастной диапазон обследуемых – от 14 до 17 лет, из них 4 девочки и 6 мальчиков. Каждый из испытуемых выполнял один и тот же набор заданий в сходных условиях, а именно наедине с экспериментатором, в полной тишине, это позволило обеспечить объективность оценки результатов.

Нами были выделены ключевые содержательные компоненты понятия «практическая математическая компетенция»: базовый (определяется программой), практический (формирование у детей умений использовать математику в задачах бытового характера, в процессе решения прикладных задач), функциональный («узнавание» математики в окружающем мире и ее использование).

Изучение уровня сформированности ключевых компонентов практической математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью осуществлялось по следующим направлениям: знание денег и денежных понятий; представление об экономии; уровень сформированности умений решать арифметические задачи бытового характера.

Нами был разработан диагностический комплекс, который состоял из заданий и задач бытового характера, составленных на основе требований, предъявляемых программой к практической математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью.

**Результаты и их обсуждение.** Изучение практической математической компетенции в рамках базового компонента учащимися старших классов вспомогательной школы показало, что большинство респондентов знают и называют верно номиналы монет и купюр. Поэтому при выполнении задания, в котором необходимо было назвать и показать нужные монеты, 70% учащихся справились с данным заданием без ошибок, 30% испытуемых допустили незначительные

ошибки. Например, Настя Ш. вместо 1 копейки сказала, что это 10 копеек. При дальнейшем назывании монет девочка больше не допускала ошибок. Учащаяся 8 «А» класса Аня К. 1 копейку и 2 копейки назвала 1 рубль и 2 рубля соответственно, а вместо 5 копеек девочка сказала, что это 50 копеек. Похожую ошибку допустил и ученик этого же класса Егор К., 1 копейку мальчик назвал 1 рублем, но сразу же себя исправил.

В ситуации, когда нужно было не только определить номинал денежного знака, но и назвать математические варианты перевода одних денежных единиц в другие, только 50% старших школьников с интеллектуальной недостаточностью успешно справились с заданием. Эти респонденты знают, что в 1 рубле – 100 копеек, а в 3 рублях – 300 копеек. В остальных 50% случаев учащиеся с интеллектуальной недостаточностью продемонстрировали отсутствие минимальной базовой компетенции. Например, испытуемый Дима Р. дал следующий ответ: «В одном рубле – одна копейка, а в трех рублях три копейки». Другой испытуемый Егор К. дал быстрый ответ: «В одном рубле – десять копеек, а в трех рублях 30 тысяч». Кристина К. сказала, что один рубль – это десять тысяч, а три рубля – это тридцать тысяч. Данные примеры свидетельствуют о том, что учащиеся вспомогательной школы при выполнении перевода денежных единиц используют как недостаточно прочные знания денежных номиналов до деноминации 2016 г., так и новые денежные номиналы, что приводит к неправильному выполнению задания.

В структуру базовой компетенции входит умение правильно отсчитать определенную сумму денег и правильно определить количество денег. Изучение данного компонента показало, что только 10% учащихся старших классов вспомогательной школы справились без ошибок с данным заданием, 20% смогли выполнить только одно из двух заданий, а 70% не справились с заданием в полном объеме. Например, при проведении обследования испытуемая Ира К. вместо 39 копеек отсчитала 3 рубля 90 копеек, вместо 1 рубля 90 копеек отсчитала 1 рубль 9 копеек. При определении количества денег, представленных в диагностическом задании (2 рубля 16 копеек), Ира К. сказала, что это 21 рубль 60 копеек.

Испытуемый Костя З., выполняя задание по отсчету 39 копеек, насчитал сумму из 3 рублей 9 копеек. При определении количества денег, представленных в диагностическом задании (2 рубля 16 копеек), Костя К. ответил, что перед ним находится 21 рубль 51 копейка.

Таким образом, одной из особенностей практической математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью является несформированность умений определять количество денег и отсчитывать необходимую сумму денег.

Изучение практического компонента математической компетенции было представлено семью практико-ориентированными математическими задачами. Количественный анализ полученных результатов показал, что только 10% учащихся старших классов вспомогательной школы справились верно со всеми заданиями, 20% не смогли правильно решить от одной до четырех задач, для 70% испытуемых недоступным было решение от пяти до семи задач (из семи предложенных).

Качественный анализ результатов показал, что старшеклассники с интеллектуальной недостаточностью испытывают существенные затруднения как на этапе осмысления математической задачи, поиска решения, так и в процессе выполнения вычислений. Наличие в предложенных арифметических задачах описания бытовых ситуаций, связанных с финансовой грамотностью, а также необходимости выполнять математические операции с деньгами, стало объективным затруднением для учащихся изучаемой категории. Так, с заданием, где необходимо было определить, сколько сырков можно купить на 5 рублей, если один сырок стоит 53 коп., справились только 20% старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью. Остальные учащиеся не смогли в полном объеме осмыслить ситуацию и определить арифметическое действие, с помощью которого можно получить ответ.

Большинство испытуемых допускали ошибки, связанные с неумением переводить денежные суммы в общий номинал и непониманием данной необходимости. Например, при решении арифметической задачи «Порция борща стоит 49 коп., второе блюдо – 1 р. 10 коп., салат – 44 коп., компот – 15 коп., булочка – 50 коп. Сколько стоит весь обед?» испытуемая Аня К. просто написала ответ 268, не проанализировав условие задачи и единицы измерения. При оказании ей помощи со стороны экспериментатора девочка настояла на правильности своего ответа, что свидетельствует о не критичности к результатам своей учебной деятельности и формальности выполнения диагностического задания.

Изучение навыка рассчитывать остаток от суммы денег показало, что 70% старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью совершают ошибки, связанные как с правильностью вычислений, так и с необходимостью перевода предложенных денежных сумм в единые единицы измерения, только 30% учащихся выполнили вычисления без ошибок, но нуждались в напоминании о переводе компонентов арифметического действия в единые единицы измерения. Например, Ира К. при решении задачи, где необходимо было посчитать, сколько мама получит сдачи, написала 14 р. 80 коп. вместо 13 р. 20 коп. При решении данной задачи Кристина К. определила, что сдача будет равна 14 р. 5 коп., а Аня К. получила следующий ответ – 10 р. 27 коп.

Полученные результаты позволили выделить уровни состояния практического компонента математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью (рис. 1).

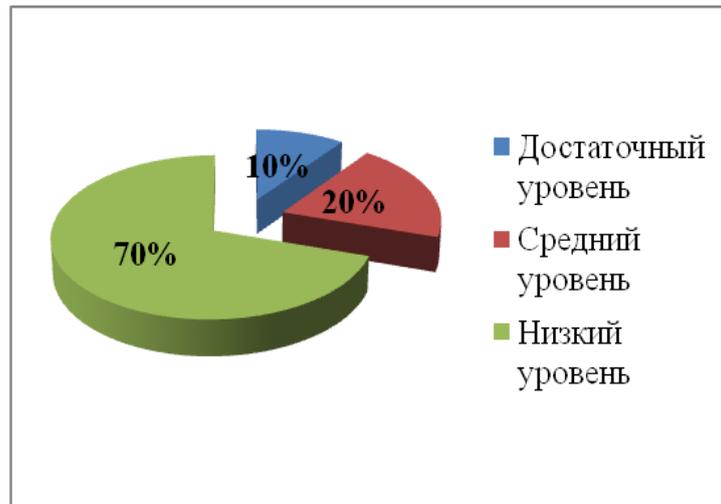


Рис. 1. Уровни развития практического компонента математической компетенции старшеклассниками с интеллектуальной недостаточностью (в %).

Изучение состояния функционального компонента практической математической компетенции у старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью показало, что только 10% учащихся старших классов 1-го отделения справились верно со всеми заданиями (девять практико-ориентированных арифметических задач и практических заданий), 20% испытуемых допустили ошибки от одной до четырех задач, 70% старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью допустили ошибки в пяти-восьми задачах.

Существенные трудности вызвали задачи и задания, направленные на изучение умения экономить и совершать более выгодные покупки, определять ненужные траты. Данные умения также входят в структуру функционального компонента практической математической компетенции. Большинство учащихся с интеллектуальной недостаточностью (от 60% до 100% в зависимости от задания) не знают, что такое экономия, что значит совершение более выгодной покупки, и не осознают основной причины необходимости экономии. Например, испытуемые Саша С. и Егор К. в задаче «На каких продуктах Коля мог сэкономить?» выбрали только шоколадный батончик «Snickers», проигнорировав покупку мальчиком газированного напитка и абсолютно не проанализировав факта наличия списка покупок, выданного мамой.

Процентные показатели состояния умения определять рациональность совершаемых покупок старшеклассниками с интеллектуальной недостаточностью представлены на рис. 2.

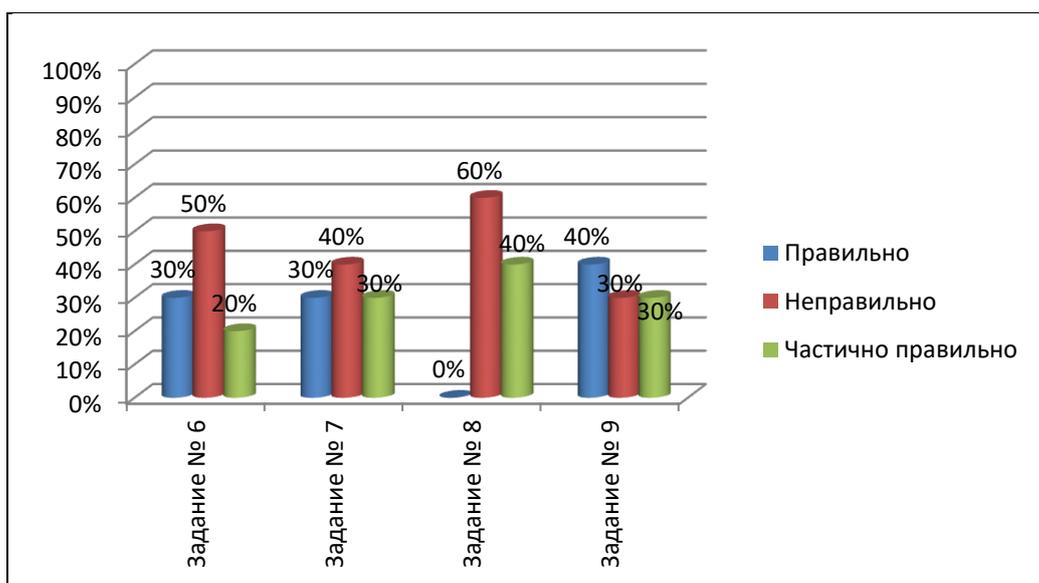


Рис. 2. Показатели состояния умения определять рациональность совершаемых покупок старшеклассниками с интеллектуальной недостаточностью (в %).

Изучение умения правильно рассчитать стоимость оплаты за электроэнергию и коммунальные услуги, исходя из данных платежной квитанции, учащимися с интеллектуальной недостаточностью показало, что только 10% испытуемых имеют навык расчета оплаты за электроэнергию, 90% старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью не знают, как определять количество киловатт и исходя из показаний счетчиков рассчитать оплату по указанному тарифу; 20% учащихся верно рассчитали оплату за коммунальные услуги исходя из платежной квитанции, 80% испытуемых не справились с заданием. 90% учеников не знают, что такое «киловатт». После оказания респондентам обучающей помощи ими были выполнены нужные расчеты, однако при этом были допущены ошибки. Например, испытуемая Кристина К. вместо нужного ответа 11 р. 88 коп. получила 2188 р. Егор К. при расчете оплаты за электроэнергию получил ответ 11,800 р.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием G критерия знаков. Так как критическое значение  $G=4$  (при  $p=0,01$ ), а эмпирическое значение  $G=3,5$ , то, согласно формуле  $G_{эмп} \leq G_{кр}$ , полученные данные могут считаться статистически достоверными [5].

Таким образом, результаты исследования уровня сформированности ключевых компонентов математической компетенции у старшеклассников с интеллектуальной недостаточностью показали несформированность всех ее компонентов (базовой, практической и функциональной компетенции).

Исходя из полученных результатов, нами были выделены характерные особенности математической компетенции учащихся с интеллектуальной недостаточностью: недостаточное знание номиналов монет и купюр, затруднения при их дифференциации, несформированность знаний о количестве копеек в рубле; ошибки при определении количества денег и неумение отсчитать их нужное количество; затруднения при разменивании купюр и монет различного номинала; трудности решения практико-ориентированных арифметических задач, связанных с финансовой грамотностью, экономией средств и пр.; недостаточный уровень сформированности бытовых экономических представлений; усугубленность проблем практической математической компетенции несформированностью умений качественного выполнения математических действий.

**Заключение.** Формирование практической математической компетенции у учащихся с интеллектуальной недостаточностью характеризуется несформированностью всех ее компонентов. Следовательно, существует объективная необходимость проведения коррекционно-развивающей работы со старшеклассниками с интеллектуальной недостаточностью по формированию у них практической математической компетенции как на уроках математики, так и в рамках специально организованной учебной деятельности, в том числе в реальных жизненных ситуациях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Перова, М.Н. Методика преподавания математики в специальной (коррекционной) школе VIII вида / М.Н. Перова. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 408 с.
2. Гриханов, В.П. Образовательная экскурсия как средство формирования математических знаний и умений у учащихся с интеллектуальной недостаточностью / В.П. Гриханов, И.А. Свиридович, М.В. Троман // Специальная адукацыя. – 2012. – № 3. – С. 18–22.
3. Гриханов, В.П. Формирование у учащихся с интеллектуальной недостаточностью практической математической компетенции в процессе обучения математике / В.П. Гриханов, Е.А. Жук // Специальная адукацыя. – № 2. – 2013. – С. 47–51.
4. Воронкова, В.В. Социально-бытовая ориентировка учащихся 5–9 классов в специальной (коррекционной) общеобразовательной школе VIII вида: пособие для учителя / В.В. Воронкова, С.А. Казакова. – М.: ВЛАДОС, 2014. – 247 с.
5. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – СПб.: ООО Речь, 2001. – 350 с.

#### REFERENCES

1. Perova M.N. *Metodika prepodavaniya matematiki v spetsialnoi (korrektsionnoi) shkole VIII vida* [Methods of Teaching Mathematics at Special (Correction) School of VIII Type], M., Gumanitar. izd. tsentr VLADOS, 2001, 408 p.
2. Griksanov V.P., Sviridovich I.A., Troman M.V. *Spetsialnaya adukatsiya* [Special Education], 2012, 3, pp. 18–22.
3. Griksanov V.P., Zhuk E.A. *Spetsialnaya adukatsiya* [Special Education], 2013, 2, pp. 47–51.
4. Voronkova V.V., Kazakova S.A. *Sotsialno-bytovaya orientirovka uchashchikhsia 5–9 klassov v spetsialnoi (korrektsionnoi) obshcheobrazovatelnoi shkole VIII vida: posobiye dlia uchitelia* [Social and Everyday Orientation of 5–9 Year Students at Special (Correction) Comprehensive School of VIII Type: Teacher's Book], VLADOS, 2014, 247 p.
5. Sidorenko, E.V. *Metodi matematicheskoi obrabotki v psikhologii* [Methods of Mathematical Processing in Psychology], SPb., ООО Rech, 2001, 350 p.

Поступила в редакцию 12.03.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: vit.conf@tut.by – Бумаженко Н.И.

## Анализ восприятия будущими педагогами инклюзии как феномена современной системы образования

А.Ю. Сняtkова, Н.И. Бумаженко

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

*Одним из приоритетных направлений развития специального образования в Республике Беларусь является переход от интеграции к инклюзии. Инклюзивное образование как логическое продолжение системы интегрированного образования предлагает новые, более совершенные подходы к организации учебного процесса и взаимодействию с каждым ребенком. Один из важных факторов в продвижении идеи инклюзии – принятие данного явления педагогами.*

*Цель статьи – изучить отношение к инклюзивному образованию (совместному обучению детей с нормой и детей с особенностями психофизического развития) будущих педагогов.*

**Материал и методы.** *Осуществлено исследование среди слушателей Института повышения квалификации и переподготовки кадров, студентов старших курсов педагогического факультета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». За основу была взята анкета А.А. Синявской «Мое отношение к инклюзивному образованию», адаптированная и дополненная вопросами, соответствующими особенностям инклюзии в Республике Беларусь.*

**Результаты и их обсуждение.** *Исследование показало, что к достоинствам инклюзивного образования относится социализация ребенка, появление адаптивной образовательной среды, в которой могут обучаться все дети. Инклюзия характеризуется повышенным вниманием к группам обучающихся, которые могут оказаться подверженными риску обособления, эксклюзии, низкой успеваемости. Но сегодня инклюзивное образование в общеобразовательных школах доступно лишь там, где созданы особые условия для детей с ОПФР. Практика показала, что педагог, изначально подготовленный к работе в обычной общеобразовательной школе, оказываясь в условиях инклюзии, не всегда способен эффективно организовать учебный процесс. Особые образовательные потребности ребенка требуют от школы предоставления дополнительных индивидуально направленных материалов, программ или услуг.*

**Заключение.** *На сегодняшний день идея инклюзивного образования актуальна и должна стать составной частью профессионального мышления педагогов. Исследование показало, что большая часть педагогов находится в стадии латентного сопротивления, занимает пассивную позицию и только незначительная часть готова к активному принятию инклюзии как особой формы организации образовательного процесса.*

**Ключевые слова:** *инклюзия, инклюзивное образование, инклюзивная образовательная среда, особенности психофизического развития.*

## Analysis of Would-be Teachers' Perception of Inclusion as a Phenomenon of Modern Education System

A.Yu. Snyatkova, N.I. Bumazhenko

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*One of the priority areas for the development of special education in the Republic of Belarus is the transition from integration to inclusion. Inclusive education, being a logical continuation of the system of integrated education, offers new, more advanced approaches to the organization of the learning process and interaction with each child. One of the important factors in promoting the idea of inclusion is the acceptance of this phenomenon by teachers.*

*The purpose of the article is to study the attitude towards inclusive education (joint education of children with a norm and children with special psychological development) on the part of would-be teachers.*

**Material and methods.** *A study was conducted among the students of the Institute for Advanced Studies and Retraining of Personnel, senior students of the Pedagogical Faculty of the Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University named». The basis was A.A. Sinyavskaya's questionnaire «My Attitude toward Inclusive Education», adapted and supplemented with issues corresponding to the peculiarities of inclusion in the Republic of Belarus.*

**Findings and their discussion.** *The study showed that the advantages of inclusive education include the socialization of the child, the emergence of an adaptive educational environment in which all children can learn. Inclusion is characterized by increased attention to groups of learners who may be at risk of isolation, exclusion, low achievement. However today inclusive education*

in general schools is only available where special conditions are created for children with special needs of psychophysical development. Practice has shown that a teacher, who was originally prepared for work in a regular general education school, finding himself in conditions of inclusion, is not always able to organize the educational process effectively. Special educational needs of the child require provision of additional individually targeted materials, programs or services.

**Conclusion.** To date, the idea of inclusive education is relevant and should become an integral part of the professional thinking of teachers. The study showed that the majority of teachers are in the stage of latent resistance, they occupy a passive position and only a small part of them is ready to actively accept inclusion as a special form of organization of the educational process.

**Key words:** inclusion, inclusive education, inclusive educational environment, features of psychophysical development.

**Н**а сегодняшний день в Республике Беларусь, по данным Детского фонда ООН (ЮНИСЕФ), значительно снизился уровень детской смертности, однако отмечается увеличение количества детей с заболеваниями органов зрения, уха, врожденными пороками развития, различными новообразованиями.

Сохраняется тенденция роста первичной инвалидности детей, которая в 2016 году составила 21,1% на 10 000 детей (в 2012 году – 17,8%). Основными ее причинами являются врожденные пороки (25,3%), болезни нервной системы (16,8%), психические расстройства и расстройства поведения (16,6%), болезни эндокринной системы (11,4%). Так, по данным Министерства образования Республики Беларусь, на начало 2017 года насчитывалось более 150 тысяч детей с особенностями психофизического развития (ОПФР). Для сравнения: в 2011 году их число превышало немногим 130 тысяч [1].

В 2017/2018 учебном году системой специального образования Республики Беларусь охвачено 99,7% детей с особенностями психофизического развития. С этой целью функционирует 239 учебных заведений, осуществляющих образование несовершеннолетних детей с ОПФР: 47 дошкольных учреждений, 25 специальных школ и школ-интернатов, 26 вспомогательных школ и школ-интернатов, а также 141 центр коррекционно-развивающего обучения и реабилитации [2]. Вместе с тем постоянный рост количества детей с ОПФР, расширяющееся разнообразие отклонений от нормативного развития, изменений требований к процессам социализации данной категории детей требуют пересмотра стратегии и тактики образовательного процесса. Понимание данной проблемы и привело к возникновению инклюзивного образования.

Важнейшими целевыми установками данного вида образования выступают обеспечение равного доступа всех детей к качественному образованию, организации совместного обучения и воспитания учащихся, имеющих в том числе различия, на основе признания и учета уникальности каждого ребенка и создания в учреждениях образования благоприятной атмосферы для более эффективной самореализации обучающихся.

Обращение к проблеме инклюзивного образования является мировой тенденцией. Проекты по инклюзивному образованию за рубежом разрабатываются и внедряются с начала 70-х годов XX века. Несмотря на относительно недавнюю практику в реализации этих проектов, опыт в данной области накоплен достаточный. Это касается разработок в области учебно-методических комплексов, законодательной базы, а также экономической и технологической обеспеченности в реализации подобных проектов. В странах Европы и США сформировались четыре основных направления работы с инвалидами. *Widening participation* – доступ к образованию, главной целью которого является расширение образовательных возможностей для людей с инвалидностью, этнических меньшинств, а также людей из неблагополучных слоев общества. *Mainstreaming* – непосредственное взаимодействие инвалидов и обычных людей преимущественно в рамках досуговой деятельности. *Integration* предполагает непосредственное включение всех детей в образовательный процесс с учетом их личностных, физических и психологических особенностей. *Inclusion* является таким видом образовательной деятельности, когда люди с различными ограничениями и потребностями могут обучаться наравне с людьми, не имеющими никаких отклонений. Таким образом, инклюзивное образование исключает любую дискриминацию и делает процесс обучения доступным для всех. Достигается это путем модернизации школ, в первую очередь перепланировки учебных классов, а также разработки новых учебных программ [3].

В отношении детей с ОПФР необходимость введения инклюзивного образования детерминирована следующими факторами:

- постоянно растущее разнообразие и существенная вариативность образовательных потребностей лиц с особенностями психофизического развития;
- продолжительная практика обучения и воспитания данной категории детей в учреждениях специального образования может быть расценена как сегрегация, институционализация;
- обучение значительной части лиц с ОПФР по образовательным программам специального образования, что снижает эффективность их социальной адаптации;
- остро выраженная потребность в создании адаптивной образовательной среды для них в массовых учреждениях образования [4].

Опираясь на определение А.М. Змушко, инклюзивное образование мы рассматриваем как закономерный процесс в развитии образования, базирующийся на признании того, что все дети могут обучаться совместно во всех случаях, когда это является возможным, несмотря ни на какие трудности или различия, существующие между ними, а также как механизм обеспечения равных возможностей в получении образования обучающихся с разными образовательными потребностями [5].

Переход к инклюзивному образованию в Республике Беларусь начался с разработки нормативно-правовой базы, закрепляющей права и обязанности участников образовательного процесса. Наиболее важными являются Конституция Республики Беларусь, Кодекс об образовании Республики Беларусь, Концепция развития инклюзивного образования лиц с особенностями психофизического развития в Республике Беларусь [3].

Однако следует признать, что инклюзивная образовательная практика в Республике Беларусь во многом экспериментальна и неустойчива. Это обусловлено тем, что система инклюзивного образования находится на стадии формирования. Больше половины детей с особенностями развития по-прежнему обучаются в специальных учебных заведениях интернатного типа. Для сравнения: в европейских странах в таких школах находится 3–4% детей, большинство из которых имеют тяжелейшие нарушения здоровья и развития. Другие категории детей-инвалидов учатся в обычных школах, живут в семьях со своими родителями [6].

Препятствием инклюзии в массовой школе является отсутствие как специалистов, подготовленных к работе с детьми ОПФР, так и специальных педагогических программ для общеобразовательных школ. В результате процесс обучения приобретает формальный характер и лишь способствует стигматизации. Несмотря на то, что внедрение инклюзивного образования на территории Республики Беларусь началось сравнительно недавно, подготовка педагогических кадров к работе в инклюзивной образовательной среде осуществляется с 2015 года.

Таким образом, цель исследования – изучить отношение к инклюзивному образованию (совместному обучению детей с нормой и детей с особенностями психофизического развития) будущих педагогов.

**Материал и методы.** Исследование проводилось на базе Института повышения квалификации и переподготовки кадров, а также педагогического факультета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». В опросе приняло участие 110 человек. За основу была взята анкета А.А. Синявской «Мое отношение к инклюзивному образованию», которая базируется на принципах реализации инклюзивного образования в Российской Федерации. Анкета адаптирована и дополнена вопросами, соответствующими особенностям инклюзии в Республике Беларусь. В опроснике представлено 14 вопросов открытого и закрытого характера, которые разделены на три блока. Первый блок выявляет отношение респондентов к лицам с ОПФР (4 вопроса), второй – анализирует понимание инклюзивного образования (3 вопроса), третий – исследует отношение педагогов к инклюзивному образованию (7 вопросов).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты опроса по первому блоку следующие. На вопрос «Сталкивались ли Вы с людьми, имеющими особенности психофизического развития в повседневной жизни?» 90,9% (100 человек) ответили, что сталкивались и даже некоторые живут рядом с такими людьми. 7,27% (8 человек) заявили, что в повседневной жизни с ограниченными возможностями встречаются, но стараются избегать людей с видимыми аномалиями развития. 1,8% (2 человека) ответили, что в повседневной жизни не сталкивались с лицами с ОПФР или просто не замечали их особенностей.

На вопрос «Как Вы относитесь к лицам с ОПФР?» 18,2% (20 человек) сказали, что испытывают к этой категории людей чувство жалости и сочувствия. 43,6% (48 человек) отметили, что люди с ограниченными возможностями здоровья вызывают у них желание помочь, 20 человек (18,2%) высказали, что имеют просто доброжелательное отношение, 20% (22 человека) имеют нейтральное отношение.

На вопрос «Считаете ли Вы, что люди с ОПФР могут стать полноценными членами общества и реализовать себя в жизни как личность?» утвердительно ответили 20 человек (18,2%), 69 человек (62,7%) высказали мнение, что это возможно, но только при помощи специального и целенаправленного обучения и воспитания, а затем постоянного ухода и присмотра. 19,1% (21 человек) заметили, что такое возможно, но только с теми людьми, чьи особенности (т.е. выставленный диагноз) позволят это сделать.

Последний вопрос первого блока представлял собой группу утверждений, имеющих варианты ответов (табл.).

Таблица

Отношение к инклюзивному образованию (в %)

Вопросы	Результаты выполнения		
	Согласен	Сомневаюсь	Не согласен
Ценность человека не зависит от его достижений	90,9	9,1	0
Все люди нуждаются в поддержке	72,2	26,4	0,9
Ребенок приходит в школу, чтобы получать знания	100	0	0
Все дети должны учиться вместе	68,2	25,4	6,4

Таким образом, большинство респондентов так или иначе сталкивались в своей повседневной жизни с людьми, имеющими особенности психофизического развития и сформировали собственное представление о данной категории лиц. В целом отношение к людям с ограниченными возможностями здоровья у исследуемых положительное, но сформировано под давлением общественных стереотипов, что свидетельствует о необходимости проведения превентивной работы по снижению негативных проявлений к людям, имеющим ярко выраженные аномалии развития либо не входящим в общепринятые нормы развития.

Второй блок посвящен анализу понимания и имеющихся знаний респондентов об инклюзивном образовании и включает в себя 3 вопроса: «Знакомы ли Вы с термином “инклюзия”?», «Знаете ли Вы, что такое “инклюзивное образование”?» и «Знакомы ли Вы с основными принципами инклюзии». В результате 100% (110 человек) участников опроса слышали и знакомы с понятием «инклюзия», но ответить точно, что это такое, смогла только половина (50%). Стоит заметить, что точно дать определение инклюзивному образованию и выделить его принципы смогли только 5,4% (6 человек).

Таким образом, будущие педагоги имеют представления об инклюзивном образовании, слышали и знакомы с данным понятием, однако не воспринимают его полное значение, вследствие чего имеют поверхностные представления.

Третий блок включает в себя вопросы на выявление отношения респондентов к инклюзивному образованию и совместному обучению лиц с ОПФР и нормально развивающихся сверстников. На вопрос «Где, по Вашему мнению, должны обучаться дети с особенностями психофизического развития?» были получены следующие ответы, представленные на рис.

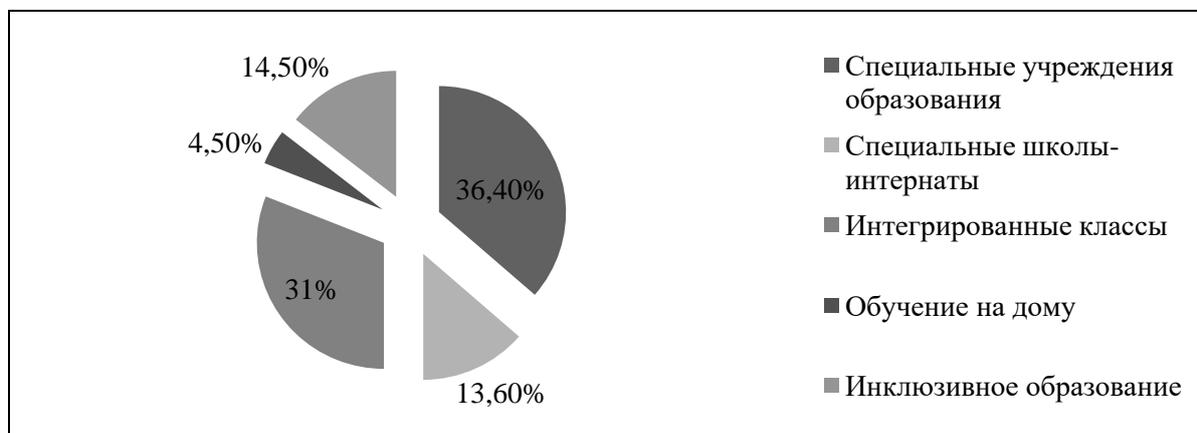


Рис. Приемлемые формы организации образовательного процесса для лиц с ОПФР.

Как видим, большинство респондентов выбирало для обучения детей специальные школы и интегрированные классы. Наименьшее количество опрошиваемых отметило, что наилучший вариант – это обучение на дому индивидуально. Тем не менее, отвечая на вопрос «Возможно ли обучение детей с ОПФР в массовой школе?», большинство (90,9%) ответило утвердительно, однако заявило, что это возможно только при определенных диагнозах.

На вопрос «Как бы Вы отнеслись к тому, что в Вашей группе учился бы человек с особенностями психофического развития?» 90% ответили, что не имели бы ничего против, возможно оказывали бы ему помощь. 4,5% (5 человек) сказали, что не хотели бы этого, при этом свой ответ никак не прокомментировали. Остальные 5 человек от ответа воздержались.

На вопрос «Хотели бы Вы, чтобы Ваш ребенок учился в одном классе с ребенком с ОПФР?» 68% (75 человек) заявили, что не хотели бы этого и аргументировали это тем, что возможно бы согласились на такое, но при определенных диагнозах детей с особенностями здоровья. 27% (30 человек) ответили, что не видят причин препятствовать, так как положительных моментов в совместном обучении больше, чем негативных. Остальные 5% (5 человек) воздержались от ответа.

Ответы на вопрос «Какие отрицательные и положительные моменты Вы видите в совместном обучении и воспитании детей с особенностями психофического развития и нормально развивающихся сверстников?» позволили выделить следующие положительные характеристики:

- способствует развитию толерантности;
- развивает морально-нравственные качества: сочувствие, чувство долга и внимательность к окружающим;
- обогащает социальный опыт взаимодействия с одноклассниками;

– стимулирует познавательную и социальную активность ребенка с ОПФР.

К отрицательным характеристикам совместного обучения респонденты отнесли следующие:

- отсутствие в большинстве учреждений образования специально организованной образовательной среды для детей с ОПФР (безбарьерная среда);
- ограниченность информации о специфике организации инклюзивного образования и, как следствие, страхи, негативное отношение, предубеждения и стереотипность мышления;
- присутствие отвлекающих факторов для нормально развивающихся сверстников во время образовательного процесса;
- слабое методическое обеспечение инклюзивного образовательного процесса;
- недостаточность профессиональной подготовки педагогов к работе в инклюзивной образовательной среде.

Следовательно, к достоинствам инклюзивного образования относятся социализация ребенка, появление адаптивной образовательной среды, в которой могут обучаться все дети. Создание комфортных условий обучения для всех без исключений усилит социальную реабилитацию детей-инвалидов. Инклюзия характеризуется повышенным вниманием к тем группам обучающихся, которые могут оказаться подверженными риску обособления, эксклюзии или низкой успеваемости. Но на сегодняшний день инклюзивное образование в общеобразовательных школах доступно лишь там, где созданы особые условия для детей с ОПФР. Практика показала, что педагог, изначально подготовленный к работе в обычной общеобразовательной школе, оказываясь в условиях инклюзивного образования, не всегда способен эффективно организовать учебный процесс. Особые образовательные потребности ребенка требуют от школы предоставления дополнительных индивидуально направленных материалов, программ или услуг.

**Заключение.** На сегодняшний день идея инклюзивного образования актуальна и должна стать составной частью профессионального мышления педагогов. Исследование показало, что большая часть педагогов находится в стадии латентного сопротивления, занимает пассивную позицию и только незначительная часть готова к активному принятию инклюзии как особой формы организации образовательного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инклюзивное образование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/spets-obr/>. – Дата доступа: 01.01.2018.
2. Национальный план действий по улучшению положения детей и охране их прав на 2017–2021 годы / Постановление Совета Министров Респ. Беларусь. – 22.09.2017. – № 710.
3. Сидоренко, Р.С. Отчет о работе в 2016 году отдела специального образования Министерства образования Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Р.С. Сидоренко. – Режим доступа: <http://www.asabliva.by/ru/main.aspx?guid=1451>. – Дата доступа: 01.03.2017.
4. Романова, П. Инклюзия как принцип современной социальной политики в сфере образования: механизмы реализации / П. Романова, Е. Ярская-Смирновой // Серия «Научные доклады: независимый экономический анализ». – 2008. – № 205. – 224 с.
5. Змушко, А.М. Образовательная политика Республики Беларусь в области инклюзивного образования / А.М. Змушко // Человек и образование. – 2016. – № 1. – С. 45–50.
6. Жук, О.Л. Беларусь: Инклюзивное образование и требования к компетенциям учителей / О.Л. Жук // Эффективная педагогика. – 2012. – № 2–3(28–29). – С. 19–22.

#### REFERENCES

1. *Inklusivnoye obrazovaniye* [Inclusive education], Available at: <http://www.edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/spets-obr/>; Accessed: 01/01/2018.
2. *Natsionalni plan deistvii po uluchsheniyu polozheniya detei i okhrane ikh prav na 2017–2021 godi Postanovleniye Soveta Ministrov Respubliki Belarus* [The National Plan of Action for the Improvement of the Situation of Children and Protection of Their Rights for 2017–2021, Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus], 22.09.2017, Nr. 710.
3. Sidorenko R.S. *Otchet of rabote v 2016 godu otdela spetsialnogo obrazovaniya Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus* [Report on the Work in 2016 of the Special Education Department of the Ministry of Education of the Republic of Belarus], Available at: <http://www.asabliva.by/ru/main.aspx?guid=1451>. – Accessed: 01/03/2017.
4. Romanova P., Yarskaya-Smirnova E. *Seriya «Nauchniye dokladi: nezavisimi ekonomicheski analiz»* [Series «Scientific Reports: Independent Economic Analysis»], 2008, 205, 224 p.
5. Zmushko A.M. *Chelovek i obrazovaniye* [Human and Education], 2016, 1, pp. 45–50.
6. Zhuk O.L. *Effektivnaya pedagogika* [Efficient Education], 2012, 2–3(28–29), pp. 19–22.

Поступила в редакцию 05.03.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: [chernyaeva\\_aleksandra@bk.ru](mailto:chernyaeva_aleksandra@bk.ru) – Сняtkова А.Ю.

## Законодательство, характеризующее социализацию как предмет государственной молодежной политики Республики Беларусь

А.Ю. Прохоров

Новополоцкая городская организация Общественного объединения «Белорусский республиканский союз молодежи»

*Молодежь, наследуя культурный опыт, национальные традиции и достижения, принимая эстафету старших поколений, составляет основу перспективного развития страны, общества, государства – это трудовой и интеллектуальный ресурс национального благополучия.*

*Цель статьи – выявить основания государственной молодежной политики как механизма социализации подрастающих поколений.*

**Материал и методы.** В ходе исследования использовалась нормативная база государственной молодежной политики в Республике Беларусь. При анализе механизма социализации подрастающего поколения применялся комплекс научно-педагогических методов: теоретические, эмпирические, математические.

**Результаты и их обсуждение.** Программно-целевой компонент и проектный метод, взаимодействие и сотрудничество государственных структур управления и общественных организаций является принципиально важным механизмом социального взросления личности, развития конструктивно творческой инициативы, общения и деятельности молодого субъекта социализации.

Целевые установки государственной национальной молодежной политики направлены на содействие всестороннему воспитанию, духовному, нравственному, профессиональному и физическому развитию молодежи и на создание условий для самореализации, свободного и эффективного участия молодежи в политическом, социальном, экономическом и культурном развитии общества.

**Заключение.** При таком подходе государственную молодежную политику можно объективно рассматривать с педагогических позиций как действенный механизм социализации личности молодого человека и подрастающего поколения в целом.

**Ключевые слова:** законодательство в области молодежной политики, социализация, молодежные программы.

## Socialization Characterizing Laws as a Subject of State and Youth Policies of the Republic of Belarus

A.Yu. Prokhorov

Novopolotsk City Organization of the Public Union «Belarusian Republican Youth Union»

*Young people, who inherit cultural experience of older generations, national traditions and advances, make up the basis of the prospective development of the country, society and state; they are labor and intellectual resources of the national welfare.*

*The purpose of the study is to find out bases of the state youth policy as a mechanism of the younger generation socialization.*

**Material and methods.** In the course of the research the normative basis of state youth policy in the Republic of Belarus was used. In analyzing the socialization mechanism of the younger generation we used a complex of scientific and pedagogical research methods: theoretical, empiric, mathematical.

**Findings and their discussion.** The program and purpose component, the project method, the interaction and cooperation of state administration bodies with public organizations are a significant mechanism of the personality maturation, development of constructively creative initiative, communication and activity of the young socialization subject.

*The aim settings of the state national youth policy are directed at facilitation of all-round upbringing, spiritual, professional and physical development of young people as well as at creating conditions for self implementation, free and efficient participation of young people in political, social, economic and cultural development of the society.*

**Conclusion.** With this approach the state youth policy can be objectively considered from pedagogical positions as an acting mechanism of the young man personality socialization.

**Key words:** youth policy laws, socialization, youth programs.

**М**олодежь является самой активной категорией населения. От того, как будет построена работа с молодежью, какие будут даны ценностные ориентиры, насколько молодежь будет вовлечена в социально-экономические процессы, будут ли услышаны и поддержаны конструктивные идеи и предложения молодежи, таким и будет будущее страны, общества, государства. Именно молодежь, наследуя опыт, национальные традиции и достижения, принимая эстафету старших поколений, составляет основу перспективного развития – это трудовой и интеллектуальный ресурс национального благополучия.

При таком понимании государственная молодежная политика – одно из основных направлений деятельности властных структур управления. Она оказывается центральным звеном организованной регуляции процессов становления подрастающих поколений, исторического наследия и культуры, духовных и материальных ценностей.

Еще на этапе работы Советского государства была создана система целенаправленных педагогических воздействий на духовно-нравственное, патриотическое, этическое, эстетическое, трудовое воспитание подрастающих поколений, где основной целью воспитания и педагогики советской школы являлось всестороннее формирование личности, включая моральную чистоту, духовное богатство и физическое совершенство [1].

Государственная молодежная политика – одно из наиболее важных направлений внутренней политики в Республике Беларусь, которое постоянно находится в поле зрения Президента страны, правительства, министерств и ведомств, профсоюзов и других общественных организаций и объединений.

Цель статьи – выявить основания государственной молодежной политики, рассматривая ее как механизм социализации подрастающих поколений.

**Методы и материал.** В ходе исследования использовалась нормативная база государственной молодежной политики в Республике Беларусь. При анализе механизма социализации подрастающего поколения применялся комплекс научно-педагогических методов: теоретические, эмпирические, математические.

**Результаты и их обсуждение.** Учитывая важность данного направления развития общества, белорусское государство уже на этапе обретения независимости и суверенитета вопросам молодежной политики уделяло повышенное внимание. Так, в апреле 1992 года был принят Закон «Об общих началах государственной молодежной политики в Республике Беларусь», который устанавливал основные принципы и направления государственной молодежной политики; определял методы и средства решения молодежных вопросов и проблем; давал перечень государственных гарантий по поддержке молодых граждан: право на труд, обеспечение экономической самостоятельности поддержки молодой семьи. В нем определялись порядок создания молодежных объединений (ассоциаций, союзов) и выбор руководящего состава, говорилось о том, что ни одно молодежное объединение не вправе претендовать на монопольное выражение интересов и потребностей всей молодежи республики и многое другое [2].

В дальнейшем с установлением института президентства и развитием государственности суверенной Республики Беларусь работа по реализации молодежной политики систематизировалась и углублялась. Были приняты ряд основополагающих нормативно-правовых законов и актов. В числе наиболее важных мы считаем необходимым перечислить следующие:

– Закон Республики Беларусь «Об основах государственной молодежной политики», принятый 7 декабря 2009 года, который дает четкое определение понятию «государственная молодежная политика» как системе социальных, экономических, политических, организационных, правовых и иных мер, направленных на поддержку молодых граждан, осуществляемых государством в целях социального становления и развития молодежи, реализации ее потенциала в интересах как самой личности, так и общества. В нем указаны возрастные границы, в пределах которых гражданин относится к молодежи, – от четырнадцати до тридцати одного года; определены цели, задачи, средства, принципы государственной молодежной политики [3];

– Указ Президента Республики Беларусь «О первоочередных мерах по реализации государственной молодежной политики в Республике Беларусь» (от 17 июня 1996 г. № 215), определяющий комплекс мероприятий по: качественному улучшению социально-экономических и социально-бытовых условий жизни молодежи; созданию благоприятных факторов и дополнительных условий для духовного, культурного и физического развития; формированию правовой и нравственной культуры и установлению социальных гарантий молодежи в области образования, здравоохранения, труда, занятости, организации досуговой деятельности; поддержке молодых семей и талантливой молодежи, молодежных и детских общественных объединений; развитию международного сотрудничества и обмену белорусской молодежи с зарубежными сверстниками.

Важно, что в данном указе был определен порядок создания в структуре органов исполнительной власти подразделений (отделы, комитеты) по делам молодежи с правами юридического лица, тем самым подчеркивалась заинтересованность взаимодействия и сотрудничества государственных органов управления с общественными молодежными формированиями (организациями, объединениями, ассоциациями) [4];

– Закон Республики Беларусь «О физической культуре и спорте» № 125-З (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, зарегистрирован 15 января 2014 г. N 2/2123). В соответствии с Законом Министер-

ством спорта и туризма Республики Беларусь сроком на пять лет разрабатывается Государственная программа развития физической культуры и спорта в Республике Беларусь, которая утверждается постановлением Совета Министров Республики Беларусь. Цель программы – достижение стабильно позитивной динамики оздоровления нации средствами физической культуры и спорта. В качестве основных задач программы определяются: улучшение качества организации физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий; повышение количества занимающихся массовой физической культурой и спортом; развитие детско-юношеского спорта и подготовка национальных сборных команд [5];

– постановлением Министерства спорта и туризма Республики Беларусь от 02.07.2014 г. № 16 принято «Положение о Государственном физкультурно-оздоровительном комплексе Республики Беларусь». Содержание комплекса представлено тремя программами: 1. Физкультурно-оздоровительная программа состоит из 6-ти ступеней, дифференцированных по различным возрастным группам граждан от 6–59 лет и старше. 2. Программа физкультурно-спортивных многоборий. 3. Программа мотивации и стимулирования занятий физической культурой и спортом. В качестве основных задач комплекса определены: 1) повышение эффективности физического воспитания населения; 2) обеспечение преемственности в формировании здорового образа жизни населения; 3) привлечение населения к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом, участию в физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятиях [6];

– Указ Президента Республики Беларусь «О мерах по стимулированию высоких спортивных достижений» принят и направлен на мотивации спортсменов к достижению высоких спортивных результатов и в соответствии с Положением «О порядке назначения и выплаты именных стипендий Президента Республики Беларусь» выдающимся спортсменам устанавливаются денежные вознаграждения.

В Указе: а) представлены полномочия Президента Республики Беларусь, Совета Министров, министерств и ведомств (в первую очередь министерства образования), местных исполнительных и распорядительных, иных органов административного управления в области государственной молодежной политики; б) определены возрастные границы молодежного статуса – граждане Республики Беларусь в возрасте от 14 до 31 года; в) дана характеристика субъектам государственной молодежной политики: молодежь; молодые семьи, в которой оба или один из супругов (родитель в неполной семье) находятся в возрасте до тридцати одного года, молодежные организации (объединения), государственные органы и организации, участвующие в пределах компетенции в реализации государственной молодежной политики;

– также в соответствии со статьей 32 Конституции Республики Беларусь молодежи гарантируется право на духовное, нравственное и физическое развитие. При этом государство обязано создавать необходимые условия для свободного участия молодежи во всех сферах жизнедеятельности общества. Также в статьях 45, 47, 49, 64, 92 главного документа страны гарантируется право молодежи на охрану здоровья, получение жилья, образования и участие в общественно-политической жизни страны [7];

– государственной программой «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 годы» (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 250 от 28 марта 2016 года) предусматривается система мер и мероприятий, направленных на социальное взросление и становление молодежи, формирование практических умений деятельного участия в социально значимых акциях, развитие самостоятельности и творческих способностей молодого человека как активного субъекта социума [8].

При исследовании системы организации работы с молодежью в городе Новополоцке было установлено, что «Нефтеград» – молодой город, и не только по возрасту (59 лет), но и потому, что порядка 30% (около 30.000) жителей города – граждане в возрасте от 14 до 31 года – это молодежь, и ей руководство города уделяет особое внимание. Решение задач государственной молодежной политики – одно из стратегически важных направлений деятельности не только общественных молодежных организаций, но и государственных структур управления городом. Так, административный и распорядительный аспекты в реализации региональной молодежной политики в Новополоцке возложен на отделы образования, спорта и туризма; идеологической работы, культуры и по делам молодежи Новополоцкого городского исполнительного комитета. Организационно-деятельный аспект находится в компетенции официальных молодежных формирований (организаций, объединений). К числу наиболее активных и значимых нами отнесены Новополоцкая городская организация общественного объединения «Белорусский республиканский союз молодежи», Новополоцкая городская организация общественного объединения «Белорусская республиканская пионерская организация», Парламент детей и учащейся молодежи города Новополоцка.

Новополоцкая городская организация общественного объединения «Белорусский республиканский союз молодежи», именно она и стала объектом нашего исследования, в своих рядах насчитывает свыше 8,5 тыс. человек. Основной целью ее деятельности является создание условий для всестороннего развития молодежи, раскрытия ее творческого потенциала, содействие развитию в Республике Беларусь гражданского общества,

основанного на патриотических и духовно-нравственных ценностях, традициях белорусского общества. В качестве приоритетных направлений ее деятельности определены: поддержка одаренной и талантливой молодежи, реализация гражданско-патриотических и культурно-досуговых и других социально значимых программ и проектов; совершенствование работы молодежных отрядов охраны правопорядка (МООП); развитие студотрядовского движения, развитие волонтерского движения; поддержка и развитие инновационной и научной деятельности молодежи; информационная работа в сети Интернет и международное сотрудничество.

Несмотря на плановую работу по реализации вышеперечисленных направлений деятельности по результатам мониторинга, который проводился на предприятиях и организациях города, членами ОО «БРСМ» совместно с представителями отдела идеологической работы, культуры и по делам молодежи Новополоцкого городского исполнительного комитета было сделано заключение, что на предприятиях отсутствует единый подход в организации целенаправленной работы с молодежью. На одних предприятиях данную работу проводят профсоюзы. На других значимы лидеры «Белорусского республиканского союза молодежи». На третьих вопросы молодежной политики находятся в сфере ведения заместителя руководителя по идеологической работе. В такой ситуации отдельные ответственные лица, решая специфические задачи ведомственной принадлежности, отодвигают вопросы реализации работы с молодежью на второй план.

С целью устранения выявленных недостатков, а также во исполнение решений Пятого Всебелорусского народного собрания и государственной программы «Образование и молодежная политика на 2016–2020 годы» на расширенном заседании Новополоцкого городского исполнительного комитета, при рассмотрении вопроса «Об итогах Года молодежи» (январь), было предложено создать соответствующий координационный орган – Совет молодежи города Новополоцка и официально закрепить ответственных за работу с молодежью на предприятиях (организациях) города. Новополоцкая городская организация общественного объединения «Белорусский республиканский союз молодежи» и отдел идеологической работы, культуры и по делам молодежи Новополоцкого городского исполнительного комитета, выступив инициаторами в организационном периоде, на основании консультаций и встреч с руководителями предприятий, с ответственными лицами за работу с молодежью, с лидерами молодежного движения, подготовили проектные документы. Были подобраны кандидатуры в состав Совета, определены основные направления деятельности, цели и задачи, сформирован перечень программных мероприятий, проектов, акций. На организационном этапе и в ходе эмпирических исследований было установлено, что большинство молодых граждан (78%) поддерживают предложение о создании городского Совета молодежи, а многие лидеры хотят войти в его состав (82%). Идею создания Совета поддержала и администрация города и в июне 2016 года состоялось учредительное собрание, где было принято решение о создании Совета молодежи г. Новополоцка, утверждено Положение и план его работы.

Анализ результатов работы Совета за период 2016–2017 гг. показал, что он стал «конструктивной площадкой» для открытого обсуждения и обмена информацией, высказывания мнений по различным актуальным молодежным проблемам как регионального, так и республиканского уровня. Только за второе полугодие 2016 года были рассмотрены вопросы профилактики, преступлений и правонарушений в молодежной среде и об участии молодежи в правоохранительном движении, изучен и обобщен опыт работы с молодежью на таких предприятиях, как УЗ «НЦГБ», КУП «ЖРЭО», АТП № 6, дана оценка вкладу молодежи Новополоцкого региона в развитие культуры города.

Работа Совета позволила оперативно доводить сведения до молодежи, т.е. информацию о социально-экономическом развитии города, его планах и перспективах, о планируемых мероприятиях в городе Новополоцке, Витебске, в республике. Был проведен сбор объективной и актуальной информации о кандидатах в Палату представителей Национального собрания Республики Беларусь. Члены Совета участвовали в агитационных мероприятиях, пикетах, вели разъяснительную и информационную работу, рассматривались ход избирательной кампании и ее итоги, все это позволило получить достаточно высокую явку на выборах в молодежной среде (более 75%).

На заседаниях Совета были изучены такие вопросы, как: профилактика наркомании и СПИДа в молодежной среде; участие новополоцкой молодежи в стройотрядовском движении; о трудоустройстве молодежи; о реализации норм Декрета № 3 «О предупреждении социального иждивенчества» с приглашением представителей инспекции Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь и специалистов финансового отдела горисполкома; о взаимодействии предприятий и молодежных организаций с городским объединением профсоюзов; о деятельности Парламента детей и учащейся молодежи города Новополоцка. Проведена встреча членов Совета с заместителем председателя Новополоцкого городского исполнительного комитета, курирующего молодежную политику города. Также именно члены Совета молодежи инициировали закладку аллеи молодежи, посвященную 15-летию ОО «БРСМ». Более того, члены Совета принимали участие в подготовке и разработке программ мероприятий, посвященных Дню города, Дню молодежи, Недели мобильности и др.

Совет в качестве эффективной формы работы ввел в практику проведение с привлечением профессионально компетентных специалистов выездных заседаний по рассматриваемым проблемам. Так, заседания Совета были проведены на базе УЗ «Новополоцкая центральная городская больница», филиала РУП «Белгосстрах» по городу Новополоцку; ОАО «Нафтан», в городском Дворце культуры проведена встреча с Архиепископом Полоцким и Глубокским Феодосием. Члены Совета на практике познакомились с организацией работы лучшего волонтерского отряда страны «Сердце Полимира» среди работающей молодежи. Изучен опыт работы с молодежью на таких предприятиях, как ОАО «Нефтезаводмонтаж», ОАО «Нафтан», ОАО «Измеритель» и др.

**Заключение.** Анализ нормативно-правовых и программных документов, опыта практической работы и результатов проведенных нами исследований в области государственной молодежной политики показывает, что:

– во-первых, молодежь как социальная группа признается наиболее прогрессивной и перспективной частью общества, способной к конструктивным преобразованиям, поэтому актуальные проблемы молодежи всегда были в центре внимания государственных органов управления. Они находят свое отражение в различных нормативно-правовых актах, включая Конституцию Республики Беларусь;

– во-вторых, в качестве основных задач государственной программы «Образование и молодежная политика на 2016–2020 годы» определены:

- формирование у молодежи активной гражданской позиции и патриотизма, ее вовлечение в активную общественную деятельность;
- принятие дополнительных мер по формированию у молодежи позитивного отношения к традиционным семейным ценностям и ответственному родительству, ценностному отношению к здоровью, профилактике негативных явлений в молодежной среде;
- повышение эффективности работы по профессиональной ориентации и организации занятости молодежи в свободное от учебы (основное) время, поддержке предпринимательской инициативы;
- развитие волонтерского (добровольческого) и студотрядовского движения;
- оказание поддержки социально значимым и общественным инициативам молодежи, органам ученического и студотрядовского самоуправления, деятельности детских и молодежных общественных объединений;

– в-третьих, в республике ведется систематическая и целенаправленная работа по взаимодействию различных министерств и ведомств, государственных органов, общественных объединений в рамках государственной молодежной политики. Однако трансформация современного общества обуславливает необходимость модернизации, обновления и дополнения, поиск и внедрение новых организационно-воспитательных средств и методов с учетом изменяющихся приоритетов молодежной среды и общества в целом. Практика воспитательной работы показывает: какие идеалы и ценностные ориентации, цели и технологии будут определены и будут реализованы в практике образования и воспитания молодежи, какие личностные качества будут сформированы, такими потенциальными способностями и возможностями будет располагать молодой человек, гражданин Республики Беларусь, такими будут и результаты его деятельности и достижений, достижений общества и государства в целом;

– в-четвертых, целевые установки государственной национальной молодежной политики определяются процессами: 1) воспитания молодежи и содействия ее духовному, нравственному, профессиональному и физическому развитию; 2) создания условий для самореализации, свободного и эффективного участия молодежи в политическом, социальном, экономическом и культурном развитии общества; 3) социальной, материальной, правовой и иной поддержки и расширения возможностей в выборе жизненного пути.

Программно-целевой компонент и проектный метод, взаимодействие и сотрудничество государственных структур управления и общественных организаций, поддержка и развитие конструктивно-творческих инициатив, самостоятельности и самодеятельности являются основополагающими факторами государственной молодежной политики. При этом принципиально важным считается деятельное участие самой молодежи в преобразовании социокультурной среды путем создания материальных и духовных ценностей в интересах прогрессивных изменений как общества, так и самой личности. Взаимодействие и сотрудничество обеспечивают молодому человеку позицию субъекта социально значимой деятельности, субъекта социализации.

Таким образом, обобщая результаты проведенных нами исследований, мы считаем вполне обоснованным рассмотрение государственной молодежной политики с педагогических позиций, определяя ее как действенный механизм социализации личности молодого человека и подрастающего поколения в целом. В этой связи социализация личности понимается нами как процесс и результат формирования личностных компетенций в системе организованных целенаправленных педагогических воздействий, а также самодеятельности и самореализации творческого потенциала индивида. Вышесказанное позволяет нам утверждать: насколько успешным будет процесс социализации, настолько успешным будет и процесс общественного развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джуринский, А.Н. История педагогики: учеб. пособие для студ. педвузов / А.Н. Джуринский. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 432 с.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/>. – Дата доступа: 05.10.2017.
3. Об основах государственной молодежной политики [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 7 дек. 2009 г., № 65-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 21.10.2016 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
4. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/>. – Дата доступа: 12.09.2017.
5. Государственная программа «Развитие физической культуры и спорта в Республике Беларусь» на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/fileb9c41bd9c74743bb.PDF/>. – Дата доступа: 23.01.2018.
6. Об утверждении Положения о Государственном физкультурно-оздоровительном комплексе Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Министерства спорта и туризма Респ. Беларусь, 02 июля 2014 г. № 16 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
7. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 г. и 17 октября 2004 г.). – Минск: Амалфея, 2005. – 56 с.
8. Государственная программа «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/file2b2ba5ad88b5b0eb.PDF/>. – Дата доступа: 24.12.2017.

## REFERENCES

1. Dzhurinski A.N. *Istoriya pedagogiki: Ucheb. posobiye dlia stud. pedvuzov* [History of the Science of Education: Student University Textbook], M., Gumanit. izd. tsentr VLADOS, 2000, 432 p.
2. *Natsionalni tsentr pravovoi informatsii Respubliki Belarus* [National Center of Legal Information of the Republic of Belarus], Available at: <http://www.pravo.by/>. Accessed: 05.10.2017.
3. *Ob osnovakh gosudarstvennoi molodezhnoi politiki: Zakon Resp. Belarus, 7 dekabria 2009 g., No 65-Z* [About the Bases of State Youth Policy: December 7, 2009 № 65-3 Law of the Republic of Belarus], Nats. tsentr pravovoi informatsii Resp. Belarus, Minsk, 2017.
4. *Natsionalni tsentr pravovoi informatsii Respubliki Belarus* [National Center of Legal Information of the Republic of Belarus], Available at: <http://www.pravo.by/>. Accessed: 12.09.2017.
5. *Gosudarstvennaya programma «Razvitiye fizicheskoi kulturi i sporta v Respublike Belarus» na 2016–2020 godi* [State Program «Development of Physical Training and Sports» for the Years of 2016–2020], Available at: <http://www.government.by/upload/docs/fileb9c41bd9c74743bb.PDF/>. Accessed: 23.01.2018.
6. *Ob utverzhdenii Polozheniya o Gosudarstvennom fizkulturno-ozdorovitelnom komplekse Respubliki Belarus, postanovleniye Ministerstva sporta i turizma resp. Belarus, 02 iyunia 2014 g. No16* [About the Regulation on State Physical Training and Health Complex of the Republic of Belarus, June 2, 2014 No16 Decree of the Ministry of Sport and Tourism of the Republic of Belarus], Nats. tsentr pravovoi informatsii Resp. Belarus, Minsk, 2017.
7. *Konstitutsiya Respubliki Belarus 1994 goda* [Constitution of the Republic of Belarus of the Year of 1994], Minsk, Amalfeya, 2005, 56 p.
8. *Gosudarstvennaya programma «Obrazovaniye i molodezhnaya politika» na 2016–2020 godi* [State Program «Education and Youth Policy» for the Years of 2016–2020], Available at: <http://www.government.by/upload/docs/file2b2ba5ad88b5b0eb.PDF/>. Accessed: 24.12.2017.

Поступила в редакцию 26.03.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: Prokhorovum@mail.ru – Прохоров А.Ю.

## Моделирование этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы в поликультурной среде вуза

А.П. Орлова

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

*Этнокультура и нравственно-ценностные ориентиры личности находятся в прямой зависимости от унифицирующих процессов глобализации, оказывающих разрушающее воздействие на мировой цивилизационный процесс, являя тем самым угрозу национальной безопасности и сохранению человеческого рода. Ученые и общественность в поиске путей разрешения данной проблемы осознают приоритетность этнопедагогизации образования, что акцентирует внимание на этнопедагогической подготовке специалистов социальной сферы.*

*Цель статьи – показать многовариантность разработки модели этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили научные труды отечественных и зарубежных ученых по проблеме этнокультурного образования и этнопедагогической подготовки. Основным методом исследования – научного этнопедагогического исследования.*

**Результаты и их обсуждение.** *Статья доказывает многовариантность разработки модели этнопедагогической подготовки в вузе специалистов социальной сферы. Предложены компоненты модели реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной сферы в поликультурной среде вуза в контексте этнопедагогической подготовки: методологический, компетентностный, социально-психологический и этнопедагогический.*

**Ключевые слова:** *модель и компоненты этнопедагогической подготовки.*

## Modeling of Ethnopedagogical Training of Social Sphere Specialists in the Politically Cultural University Environment

A.P. Orlova

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

*Ethnocultural and morally valuable landmarks of the personality directly depend on unifying processes of globalization, which destroy world civilization process and thus threaten national security and preservation of the human as a species. While searching for ways of solving the problem scholars and the public understand the priority of ethnopedagogical education, which stresses attention on ethnopedagogical training of social sphere specialists.*

*The objective of the article is to present multivariant development of the model of ethnopedagogical training of social sphere specialists.*

**Material and methods.** *Works by domestic and foreign scholars on the issue of ethnocultural education and ethnopedagogical training became the research material. The method of scientific ethnopedagogical research was the main research method.*

**Findings and their discussion.** *The article indicates multivariate development of the model of ethnopedagogical training of social sphere specialists at the university. Components are shown of the model of the individual trajectory implementation of professional maturation of a would-be social sphere specialist in the polycultural environment of the university in the context of ethnopedagogical training: the methodological, the competence, the social and psychological and the ethnopedagogical ones.*

**Key words:** *model and components of ethnopedagogical training.*

**П**роблема выживания и устойчивого развития в современном мире приводит прогрессивное человечество к мысли о приоритетности духовно-нравственного оздоровления общества, формирования этнической идентичности и этнической толерантности личности в поликультурном социуме, что проецирует внимание

на этнокультуре, необходимости возрождения гуманных традиций народной педагогики, обладающей неиссякаемым педагогическим потенциалом. По мнению ученых, генетический код, зафиксированный в народном творчестве и фольклоре, способствующий стабилизации общества, имеет четко выраженную этнопедагогическую направленность. Этнопедагогика как важнейший феномен культуры существенно влияет на возможность сохранения человеческого рода и, соответственно, актуализирует проблему этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.

Цель статьи – показать многовариантность разработки модели этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.

**Материал и методы.** Материалом послужили научные труды отечественных и зарубежных ученых по проблеме этнопедагогической подготовки, определяющих данный вид профессиональной деятельности в поликультурном социуме.

Использованы методы научного этнопедагогического исследования теоретического уровня: этнопедагогический анализ и синтез; сравнение и обобщение, в том числе обработка и этнопедагогическая интерпретация библиографического указателя, представленного в disserCat (электронная библиотека диссертаций).

**Результаты и их обсуждение.** В условиях нестабильного поликультурного социума в рамках этнопедагогизации акцентируется внимание на этнокультурном образовании и этнопедагогической подготовке. Имеется целый ряд фундаментальных исследований, непосредственно касающихся проблем этнопедагогической подготовки (Т.В. Анисенкова, 2000; Г.П. Вайгуль, 2004; Б.И. Беляева, 2000; Л.С. Берсенева, 2002; Р.Г. Бикимбетов, 2006; Т.М. Булгакова, 2004; О.И. Давыдова, 2000; Т.В. Давыдова, 2004; Т.А. Дзюба, 2004; А.В. Кайсарова, 2008; М.Б. Кожанова, 1999; Р.В. Комраков, 2005; Ю.В. Ломакина, 2012; Л.И. Магомедова, 2008; Н.Л. Максимова, 2006; А. Манонов, 1992; У.Л. Матназаров, 1994; Ю.М. Махмутов, 2009; Р.М. Мубаракшина, 2006; Г.Ю. Нагорная, 1998; В.А. Николаев, 1998; А.П. Орлова, 1998; Е.Б. Плотникова, 1999; О.И. Пономарева, 1999; Р.М. Рамазанова, 2001; С.Г. Тишулина, 2006; Л.М. Тхуго, 1996; Ю.В. Филиппов, 2006; И.М. Хамитов, 2000; М.Г. Харитонов, 1999; А.С. Шаалы, 1997; Е.В. Юдина, 2008; А.Н. Яковлева, 2002; Л.А. Яхина, 2004) [1].

В диссертациях, касающихся этнопедагогической подготовки, подчеркиваются значимость и актуальность разработки ее концептуальных основ и модели применительно к виду профессиональной деятельности. В.И. Загвязинский рассматривает моделирование как «процесс создания моделей, схем, знаковых или реальных аналогов, отражающих существенные свойства более сложных объектов (прототипов). Служит исследовательским инструментарием для изучения отдельных аспектов и свойств прототипа» [2, с. 199]. Этнопедагоги заостряют особое внимание на моделировании. В частности, Т.С. Шаухалов (2016), осуществивший специальное исследование в области проектирования в этнопедагогических исследованиях, подчеркивает, что в контексте этнопедагогического проектирования модель позволяет создавать образы объектов или явлений, имитировать реальные процессы будущей деятельности, проигрывать, сравнивать и оценивать возможные результаты проектирования, делать обоснованный выбор одного из альтернативных вариантов решения проблем. Разрабатывая алгоритм этнопедагогического проектирования, ученый предлагает на первое место ставить моделирование. С его точки зрения, оно включает в себя проблематизацию, целеполагание, концептуализацию, диагностику ресурсов, выделение агентов проектной деятельности, стадий реализации разработки, прогнозирование, определение рисков [3]. Г.В. Давлекамова (1998), посвятившая свое диссертационное исследование подготовке студентов педагогического вуза к изучению этнопедагогической среды в полинациональном регионе, сосредотачиваясь на модели рассматриваемого вида деятельности, отмечает, что моделирование, являясь, по существу, основной категорией теории познания, выступает как база для любого метода научного исследования. Ученый подчеркивает, что, выступая как совокупность все усложняющихся элементов и средств, модель представляет собой ориентир для осуществления учебно-воспитательного процесса в целях решения поставленной задачи исследования.

Определенный интерес в связи с моделированием этнопедагогической подготовки вызывают работы В.В. Борисова, раскрывающего систему этнопедагогической подготовки учителя физической культуры к профессиональной деятельности. Ученый считает, что основной целью (планируемый результат) системы этнопедагогической подготовки является формирование этнопедагогической компетентности, этнопедагогического мышления и этнопедагогической культуры. Основным средством этнопедагогической подготовки, поддерживающим «ценностный образец» – этнопедагогическую модель учителя физической культуры, по его мнению, выступает комплекс учебно-этнопедагогических задач. Решение этнопедагогических задач предполагается на различных этапах этнопедагогической подготовки и в различных дисциплинах. Ученый рассматривает комплекс этнопедагогических задач и как средство интеграции и обеспечения непрерывности этнопедагогической подготовки, и как обучающее средство ее завершения в учебных дисциплинах. Исследователь вычленяет компоненты системы этнопедагогической подготовки: целеполагание (реализация основных принципов развития этнопедагогического образования); ориентация на этнопедагогическую модель учителя национальной школы; ранжирование и адресация; реализация; обобщение и анализ. В структуру этнопедагогической модели он включает 4 блока: общекультурный; психолого-педагогический, медико-биологический и предметный (специальный).

Плодотворным, на наш взгляд, является утверждение автора о том, что анализ и обобщение включают коррекцию этнопедагогической модели и управления процессом этнопедагогической подготовки. Это говорит о возможности и необходимости рассмотрения многовариантности модели этнопедагогической подготовки [4].

Бесспорно, основная масса исследований, посвященных этнопедагогической подготовке, связана с подготовкой учителя и будущих работников системы дошкольного образования. Среди них исследования, касающиеся формирования этнопедагогической компетентности студентов в процессе обучения в педвузе (А.В. Кайсарова, 2008); рассматривающие теорию и практику этнопедагогической подготовки работников системы дошкольного образования (Б.И. Беляева, 2000; Л.С. Берсенева, 2002; О.И. Давыдова, 2000; Р.М. Мубаракшина, 2006; Р.М. Рамазанова, 2001) и школы (Т.В. Анисенкова, 2000; А.В. Кайсарова, 2008; Л.И. Магомедова, 2008; А.П. Орлова, 1998; М.Г. Харитонов, 1999; В.Ю. Штыкарева, 2005; Е.В. Юдина, 2008). Нельзя не отметить работы, посвященные формированию этнопедагогической культуры учителя (Г.П. Вайгуль, 2004; М. Махмутов, 2009; С.Г. Тишулина, 2006).

Определенный интерес в плане этнопедагогической подготовки учителя представляет диссертационное исследование Ю.М. Махмутова (2009), где рассматривается формирование этнопедагогической культуры будущих учителей в процессе профессиональной подготовки в вузе. В работе обоснована модель формирования этнопедагогической культуры будущих учителей, структура которой определяется интеграцией ее структурных блоков: управления, блока условий, процессуального, результативного. Реализация осуществляется на принципах междисциплинарной интеграции, конструктивного взаимодействия, имитационного моделирования, проблемности, взаимосвязи теории с практикой, осознанной перспективы, центрации на личность, рефлексивной активности, обратной связи. Разработана и экспериментально проверена методика реализации модели формирования этнопедагогической культуры будущих учителей в рамках изучения спецкурса «Этнопедагогическая культура учителя» и прохождения всех видов практики. Нельзя не отметить также диссертацию В.Ю. Штыкаревой, посвященную дидактическим основам этнопедагогической подготовки будущего учителя в образовательном пространстве вуза (В.Ю. Штыкарева, 2005), где предметом исследования стал процесс этнопедагогической подготовки учителя начальных классов в вузе, а целью – разработка дидактических основ этнопедагогической подготовки учителя начальных классов в вузе. И, несмотря на то, что в исследовании непосредственно не идет речь о модели этнопедагогической подготовки, тем не менее можно утверждать, что анализируется именно она, поскольку рассмотрение процесса этнопедагогической подготовки осуществляется в условиях Карелии, на основе этнопедагогики Карелии. Это подтверждает, что идет речь о региональной модели этнопедагогической подготовки учителя в вузе. Важным с точки зрения понимания особенностей модели является то, что в работе не только обоснованы концептуальные подходы к этнопедагогической подготовке учителя начальных классов, но и раскрыты сущность и содержание этнопедагогизации процесса подготовки будущих учителей. Принципиально новым стало то, что автор в предметном поле дисциплин образовательной среды высшего учебного заведения определил необходимый удельный вес этнодидактических единиц, отражающих этнопедагогический компонент; выявил содержание этнопедагогического компонента образования как составной составляющей этнопедагогической компетентности в процессе этнопедагогической подготовки будущего учителя начальных классов; раскрыл педагогические условия реализации дидактических основ этнопедагогической подготовки с учетом принципа «единства в многообразии». Практически дидактические основы этнопедагогической подготовки будущих учителей начальных классов разработаны и апробированы в программах курсов «Основы этнопедагогики», «Этнопедагогика Карелии», в рекомендациях к практическим занятиям по курсу «Методика преподавания труда с практикумом».

Большинство исследователей проблемы этнопедагогической подготовки рассматривают ее в качестве неразрывного компонента профессиональной подготовки не только педагогов, но и других специалистов социальной сферы, связанных с проблемами образования, воспитания и обучения, формирования личности в поликультурном социуме. В основу этнопедагогической подготовки ученые, как правило, предлагают закладывать принцип поликультурности. Формируемое мировое образовательное пространство реализует индивидуальную образовательную траекторию будущего специалиста в контексте принципа поликультурности. Акцентируется внимание на формировании поликультурной компетентности студентов средствами народной педагогики (Ю.В. Ломакина, 2012), реализации этнопедагогического подхода в воспитании культуры межнационального общения студентов (М.Б. Насырова, 2008), подготовке будущих учителей к изучению этнопедагогической среды в полинациональном регионе (Л.С. Берсенева, 2002; Г.В. Давлекамова, 1998). В связи с вышесказанным следует выделить работы Г.В. Давлекамовой и М.Б. Насыровой. В исследовании Г.В. Давлекамовой предметом анализа стало моделирование процесса подготовки студентов педагогических вузов к изучению этнопедагогической среды (на материале дисциплин педагогического цикла). Модель системы подготовки рассматривается на основе деятельностного, личностно ориентированного и культурологического подходов к организации педагогического процесса. Деятельностный подход, по мнению автора, предполагает синтезированное отношение к студенту как к субъекту самостоятельной познавательной деятельности и определяет организацию подготовки специалиста на основе модели предстоящей деятельности, активизирует включение студентов в многообразные профессионально-педагогические отношения. Исследование М.Б. Насыровой включает в себя разработку концепции и создание модели реализации этнопедагогического подхода в воспитании культуры межна

ционального общения студента. Концепция акцентировала внимание на сущности этнопедагогического подхода, закономерностях и принципах воспитания культуры межнационального общения студента на основе этнопедагогического подхода, а также этнокультурной коннотации как системообразующем принципе воспитания культуры межнационального общения.

Значительную роль играют исследования, в которых рассматривается этнопедагогическая подготовка социальных работников (Д.Е. Иванов, 2000; Н.Л. Магомедова, 2006; Н.Л. Максимова, 2006). По мнению Д.Е. Иванова, модели личности и профессиональной деятельности социальных работников являются исходными ориентирами при разработке концепции этнопедагогической подготовки социальных работников. В построении модели этнопедагогической культуры социального работника ученый исходит из ряда методологических предпосылок: этнопедагогическая культура является составной частью профессионально-педагогической культуры личности; этнопедагогическая культура – это системное образование, включающее в себя ряд компонентов, обладающее интегративным свойством целого, не сводимого к свойствам отдельных частей; формирование этнопедагогической культуры будущего работника социальной сферы обусловлено индивидуальными, психофизиологическими, возрастными особенностями, социальным и профессиональным опытом личности. В ней он выделяет следующие компоненты: нравственно-мотивационный (психологический блок), когнитивный (научно-теоретический блок), операциональный (деятельностный блок). Предметом исследования Н.Л. Максимовой, рассматривающей формирование нравственной культуры будущих специалистов социальной сферы на основе этнопедагогической культуры чувашского народа. Автор доказывает, что значимым средством в системе формирования нравственной культуры будущих социальных работников является внедрение в учебно-воспитательный процесс высшего учебного заведения научно обоснованной модели, включающей в себя ряд компонентов: цель, задачи, принципы, закономерности, функции, этапы, практико-ориентированные формы и методы.

Тенденция этнопедагогизации образования и возрастающий интерес к социальной педагогике приводят к проецированию внимания исследователей на этнопедагогической подготовке социальных педагогов (Р.В. Комраков, 2005; Л.И. Магомедова, 2008). Каждый исследователь предлагает свой вариант модели этнопедагогической подготовки. Например, Л.И. Магомедова заостряет внимание на формировании модели этнопедагогической подготовки будущего социального педагога в условиях Дагестана. Авторская модель этнопедагогической подготовки включает формирование этнопедагогических знаний, профессиональной готовности к этнопедагогической деятельности. Ядром модели выступает блок педагогических условий, т.к. он, по мнению автора, способствует взаимосвязи управленческого блока с процессуальным, определяя содержательные особенности последнего. Р.В. Комраков ставит целью разработку и обоснование модели этнопедагогической подготовки будущего социального педагога в вузе, а также экспериментальную проверку эффективности, разработанной модели. Модель этнопедагогической подготовки, по мнению ученого, должна строиться на основе требований, предъявляемых социально-педагогической деятельностью к профессионально-личностным качествам специалиста. Она представляет собой интегративное единство следующих компонентов: целевого (цель этнопедагогической подготовки), содержательного (содержание этнопедагогической подготовки), методического (принципы, формы, методы, условия этнопедагогической подготовки), технологического (этапы осуществления этнопедагогической подготовки) и результативного (результат этнопедагогической подготовки) (Р.В. Комраков, 2005).

Следует отметить, что среди исследований, посвященных этнопедагогической подготовке, встречаются научные труды, в которых определены методологические предпосылки рассматриваемой нами модели. В частности, Д.Е. Иванов в построении модели этнопедагогической культуры социального работника исходил из ряда методологических предпосылок: этнопедагогическая культура является составной частью профессионально-педагогической культуры личности, и ее исследование должно опираться на данные культурологии, раскрывающей общую структуру, механизм функционирования культуры; этнопедагогическая культура – это системное образование, включающее в себя ряд компонентов, обладающее интегративным свойством целого, не сводимого к свойствам отдельных частей; формирование этнопедагогической культуры будущего работника социальной сферы обусловлено индивидуальными, психофизиологическими, возрастными особенностями, социальным и профессиональным опытом личности. Это позволило ученому построить трехкомпонентную модель этнопедагогической культуры социального работника. Основными компонентами этнопедагогической подготовки социального работника, считает ученый, являются: анализ этнопедагогических проблем (которые решает специалист); этнопедагогические знания (которые он при этом применяет); этнопедагогические умения и навыки, необходимые ему для работы; типы этнопедагогической деятельности (или виды работ), которые он производит; функции социального работника в этнопедагогической деятельности.

**Методологический блок** модели, по мнению ученых, включает ряд методологических подходов: *этнопедагогический*, раскрывающий характер национальной культуры, этнической принадлежности (С.П. Баранов, Л.М. Берсенева, Д.Е. Иванов, А.Ж. Овчинникова, Э.Р. Хакимов, В.Ю. Штыкарева), формирования инте-

реса к этнопедагогике (В.А. Вакаев, Г.Н. Волков, М.Б. Насырова, Г.В. Нездемковская, В.А. Николаев, А.П. Орлова, В.Ю. Штыкарева) и фольклору (О.А. Абрамова, Э.П. Гаврилов, А.Ф. Григорьев, С.А. Горленко, И.А. Близнец, Н.Г. Пономарева, О.А. Пронина, Л.Н. Симонова, А.С. Цыбанова, М.Х. Шебзухова); **деятельностный**, определяющий основные структурные компоненты этнопедагогической деятельности студентов – мотивы, цели, содержание, процесс, результат – при ознакомлении с народной педагогикой и ее важнейшим компонентом – фольклором (Г.В. Давлекамова, Р.В. Комраков, А.П. Орлова, Э.Р. Хакимов); **компетентностный**, характеризующий овладение студентами компетенциями в какой-либо области профессиональной деятельности и умением применить их в практической деятельности (А.А. Вербицкий, О.Л. Жук, Р.В. Комраков, В.Д. Шадриков, А.В. Хуторской); **культурологический** (Г.В. Давлекамова, Д.Е. Иванов, Р.В. Комраков, В.А. Николаев, А.П. Орлова, Э.Р. Хакимов); **лично ориентированный** (Г.В. Давлекамова, Р.В. Комраков); **средовой** (Г.В. Давлекамова, Ю.С. Мануйлов, С.В. Краснова), предполагающий специально организуемую этнопедагогическую среду, способствующую формированию позитивного отношения к народной педагогике и этнопедагогизации образования; **аксиологический** (Э.Р. Хакимов); **системный** (В.В. Борисов, А.П. Орлова, Э.Р. Хакимов).

Отметим актуализацию только некоторых из вышеназванных подходов в связи с этнопедагогической подготовкой. Этнопедагогизация выступает в качестве неотъемлемого принципа, обуславливающего этнопедагогическую подготовку специалистов социальной сферы. Основоположник этнопедагогике как науки Г.Н. Волков ввел в научный оборот термин «этнопедагогизация» как «целостный процесс системного исследования, изучения, освоения и применения богатейшего этнопедагогического наследия народов и стран». Этнопедагогизация обозначает процесс реализации методов, форм, опыта, идей и традиций народной педагогики в формировании этнокультурной личности. Этнопедагогизация как целостная система формирования этнокультурной личности – это организация определенной целесообразной деятельности, направленная на формирование у этнокультурной личности начал национального самосознания, уважительного и доброжелательного отношения к представителям других этносов, на развитие этнокультурной личности в трехмерном культурном пространстве, т.е. этническом, общегосударственном, мировом. Основой этнопедагогизации являются язык и этнокультура, включая этнопедагогiku. Особое место в иерархической структуре этнопедагогизации целостного процесса формирования этнокультурной личности занимают взаимосвязанные и взаимодополняющие факторы, методы и средства. Имеется ряд работ, непосредственно касающихся этнопедагогизации. Среди них выделяется исследование М.Б. Кожановой (1999), посвященное подготовке студентов факультета дошкольной педагогики и психологии к этнопедагогизации процесса воспитания детей. Особое место занимает также диссертационное исследование М.Б. Насыровой (2008), рассматривающее этнопедагогический подход в воспитании культуры межнационального общения студента. Целью исследования стала разработка теоретико-методологических основ реализации этнопедагогического подхода в воспитании культуры межнационального общения студента педагогического вуза. Ученый, как мы уже упоминали, разработал модель реализации этнопедагогического подхода в воспитании культуры межнационального общения студента.

Одним из определяющих в построении модели этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы является принцип культуросообразности. И здесь нельзя не отметить, что в основу современной модели социально-педагогического образования закладывается культурологический подход, предполагающий реализацию гуманистической установки в понимании социальной функции человека. Культурологический подход означает включение в контекст содержания социально-педагогического образования структуры культуры в различных ее проявлениях, прежде всего духовной культуры. Образование рассматривается как феномен культуры. Культуросообразность выступает важнейшим условием развития образования и средством реализации идеи его гуманизации. Векторы проектирования образовательных систем и модернизации содержания образования определяются цивилизационной культурологической парадигмой. Культурологическая направленность содержания образования предполагает наличие соответствующих образовательных технологий, способных обеспечить профессиональную компетентность специалистов социальной сферы. По мнению Д.Е. Иванова, акцентирующего внимание на проблеме этнопедагогической подготовки, значимость культурологического подхода к формированию содержания и профессиональной подготовки социальных работников определяется во многом тем, что реализация этого подхода создает условия для самоопределения личности студента в культуре (Иванов, 2000). Нами доказано, что культуросообразность может выступать в качестве метапринципа и проявляться в реализации этнокультурного образования и этнокультурной коннотации. Последнее утверждение согласуется с методологической позицией А.Б. Панькина о том, что этнокультурная коннотация детерминирована этнопедагогическими традициями, обладающими мощным гуманистическим потенциалом, воплощенным в этнокультурном опыте, идеалах, народной педагогике, которую исследователь рассматривает как неотъемлемую часть этнокультуры (А.Б. Панькин, 2002).

Большинство ученых, специально занимающихся этнопедагогической подготовкой, сосредотачивают внимание на деятельностном подходе. Например, В.В. Борисов считает, что данный подход позволяет использовать комплекс этнопедагогических задач в целях интеграции знаний и умений (общекультурных, медико-биологических, психолого-педагогических и предметных (специальных)), накопления опыта этнопедагогической деятельности, развития этнопедагогической готовности; строить самообразование, включаясь в субъект-субъектные отношения в этнопеда-

гогической деятельности; реализовать индивидуально-творческую этнопедагогическую подготовку; формировать навык систематической самостоятельной этнопедагогической деятельности и самообразования; создавать новый педагогический опыт, развивать способность находить оптимальные пути решения этнопедагогических задач; реализовать возможность развития этнопедагогических качеств, индивидуальности; осознать конечный результат этнопедагогической деятельности и ее практическую направленность [4]

Деятельностный подход предполагает, по мнению Г.В. Давлекамовой, синтезированное отношение к студенту как к субъекту самостоятельной познавательной деятельности. Он определяет организацию подготовки специалиста на основе модели предстоящей деятельности, активизирует включение студентов в многообразные профессионально-педагогические отношения. Это выявляет роль деятельностного подхода в исследовании ученого. Моделирование процесса подготовки студентов педагогических вузов к изучению этнопедагогической среды (на материале дисциплин педагогического цикла), включающей модель этнопедагогической культуры социального работника и модель реализации (проявления) этнопедагогической культуры социального работника, основывается на данном методологическом подходе. Между тем следует отметить, что, как правило, этнопедагоги, выделяя в качестве методологической основы ряд взаимосвязанных подходов, акцентируют внимание на одном из методологических подходов. Так, например, Г.В. Давлекамова, рассматривая моделирование процесса подготовки студентов педагогического вуза к изучению этнопедагогической среды, предлагает опираться на деятельностный, личностно ориентированный и культурологический подходы. Таким образом, мы видим, что исследователь, во-первых, обращает внимание на ряд методологических подходов, во-вторых, акцентирует внимание на средовом подходе, поскольку предметом исследования становится моделирование процесса подготовки студентов педагогических вузов к изучению этнопедагогической среды (на материале дисциплин педагогического цикла). Согласно Э.Р. Хакимову, этнопедагогический подход интегрирует основные положения системного, деятельностного, аксиологического и культурологического подходов. С точки зрения М.А. Хайруддзинова, этнопедагогический подход включает социально-антропологический, синергетический, аксиологический, конструктивно-генетический компоненты, а также компоненты диалектической теории познания.

Таким образом, на основе проведенного анализа этнопедагогических работ мы можем сделать вывод, что существует целая группа исследований, касающихся этнопедагогической подготовки специалистов социальной и образовательной сфер. Однако, несмотря на единство взглядов на приоритетность данного вида профессиональной подготовки, как это ни парадоксально, среди них нет единого мнения по поводу модели этнопедагогической подготовки.

На основе проведенного исследования, а также многолетней работы по реализации концепции преемственности народной и научной педагогики в системе подготовки учителя нами была разработана модель этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы. Модель этнопедагогической подготовки студентов в поликультурной среде вуза, обеспечивающая целостность, преемственность и взаимообусловленность всех ее компонентов, рассматривается нами как система ряда взаимосвязанных блоков: методологического, компетентностного, социально-психологического и этнопедагогического.

Компоненты модели реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной сферы в поликультурной среде вуза в контексте этнопедагогической подготовки (рис.) следующие:

• **методологический блок** (в составе основных методологических подходов):

- этнопедагогический;
- деятельностный;
- компетентностный;
- культурологический;
- личностно ориентированный;
- аксиологический;
- средовой, системный;

• **компетентностный блок:**

- знаниевый компонент (уровень профессиональных знаний и общепрофессиональной сформированности личности);
- коммуникативный компонент (обмен информацией, взаимодействие и взаимопонимание);
- профессионально-деятельностный компонент (формирование базовых компетенций);

• **социально-психологический блок:**

- здоровьесберегающий компонент (знания и умения, в том числе и этнопедагогические, по основам здоровьесбережения);
- индивидуально-личностный компонент (личностно ориентированная научная и воспитательная работа со студентами, индивидуальное личностное развитие с учетом специфики социума, ментальности, предыдущего социального опыта);

• **этнопедагогический блок:**

- этносоциальный компонент (представления о своей культуре, менталитете, традициях);
- этносоциальный компонент (этнокомпетенции, полезные в будущей профессиональной деятельности);
- этнознаниевый компонент (знания практических основ этнопедагогики).

**Цель:** повышение уровня этнопедагогической подготовки социальных педагогов и социальных работников

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК**

*Подходы:* этнопедагогический, деятельностный, компетентностный, культурологический, личностно ориентированный, аксиологический, средовой, системный

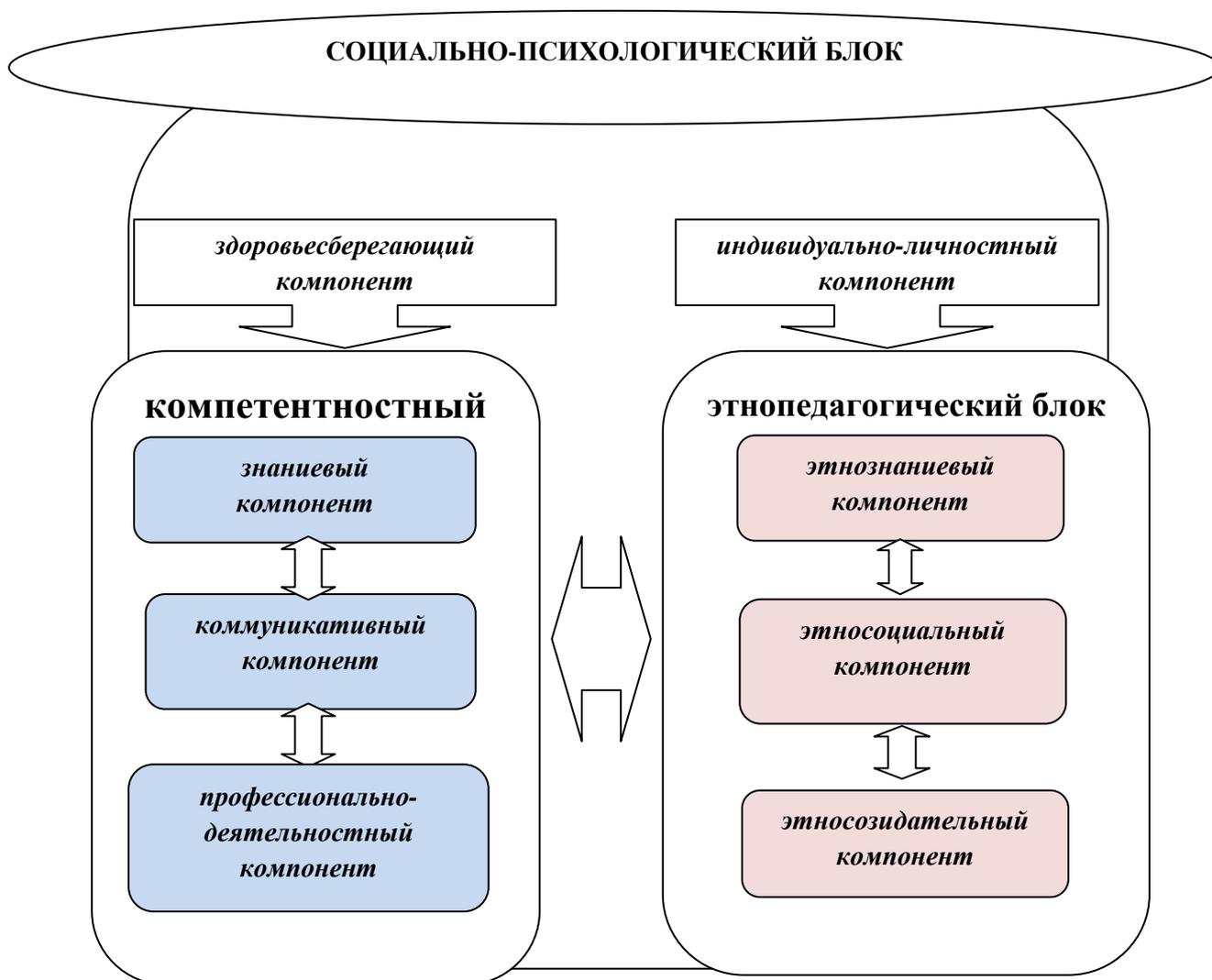


Рис. Модель реализации индивидуальной траектории профессионального становления будущего специалиста социальной и образовательной сфер в поликультурной среде вуза.

**Заключение.** В результате теоретического осмысления и практического анализа проблемы возможно утверждать, что модель, рассматриваемая как система четырех взаимосвязанных блоков (методологического, компетентностного, социально-психологического и этнопедагогического), обеспечивает целостность и функциональность всех ее компонентов на разных этапах этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы в образовательном процессе вуза. Определено, что деятельностный, этнопедагогический, компетентностный, культурологический подходы, представленные в методологическом блоке модели, являются теоретической основой построения содержания образовательного процесса студентов вуза.

Эффективность этнопедагогической подготовки студентов вуза средствами народной педагогики зависит от характера взаимосвязи блоков: методологического, компетентностного, социально-психологического и этнопедагогического. При этом следует обратить особое внимание на социально-психологический и этнопедагогический блоки.

Данное исследование подтверждает наличие многовариантности модели этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы в зависимости от специфики вида профессиональной деятельности, что предполагает перспективы дальнейшего изучения и реализации моделей этнопедагогической подготовки студентов вуза в зависимости от региональных особенностей и будущей профессии (учитель, социальный педагог, социальный работник и т.п.).

*Исследование проводится в рамках ГПНИ «Экономика и гуманитарное развитие белорусского общества», подпрограмма 6 «Образование», № задания 6.4.01 «Этнокультура как детерминанта, определяющая успешность профессиональной подготовки будущих специалистов социальной сферы в поликультурном социуме: этнопедагогический аспект».*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы, размещенные в научной электронной библиотеке диссертаций и авторефератов Российской Федерации (dissertCat – электронная библиотека диссертаций).
2. Загвязинский, В.И. Методология и методы психолого-педагогического исследования: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.И. Загвязинский, Р. Атаханов. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 208 с.
3. Шаухалов, Т.С. Обзор проектирования в этнопедагогических исследованиях / Т.С. Шаухалов // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2016. – № 2. – С. 119–132.
4. Борисов, В.В. Модель формирования этнопедагогической подготовки учителей физической культуры Забайкальского края / В.В. Борисов, Ю.В. Борисова // Вестн. Бурят. гос. ун-та. – 2013. – № 13. – С. 14–18.

#### REFERENCES

1. *Materiali razmeshchenniye v nauchnoi elektronnoi biblioteke dissertatsii i avtoreferatov Rossiiskoi Federatsii* [The Russian Federation Scientific E-Library of Dissertations and Dissertation Summaries Materials], dissertCat.
2. Zagviyazinski V.I., Atakhanov R. *Metodologiya i metodi psikhologo-pedagogicheskogo issledovaniya: Ucheb. posobiye dlia stud. vyssh. ped. ucheb. zavedenii* [Methodology and Methods of the Psychological and Pedagogical Research: University Student Textbook], M., Izdatelski tsentr «Akademiya», 2001, 208 p.
3. Shaukhlov T.S. *Nauchnoye obozreniye. Pedagogicheskiye nauki* аучное [Scientific Review. Pedagogical Sciences], 2016, 2, pp. 119–132.
4. Borisov V.V., Borisova Yu.V. *Vestnik Buriatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Buriat State University], 2013, 13, pp. 14–18.

Поступила в редакцию 18.04.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: annaor39@yandex.ru – Орлова А.П.