



ISSN 2074-8566

# ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА  
ЎНІВЕРСІТЭТА

2017 № 1(94)

# **ВЕСНІК**

## **ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА**

**НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС**

Выдаецца з верасня 1996 года  
Выходзіць чатыры разы ў год

*2017*  
*№ 1(94)*

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

*Рэдакцыйная калегія:*

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

**Г.П. Арлова, Я.Я. Аршанскі, М.М. Вараб'ёў,**  
**М.Ц. Вараб'ёў** (адказны за раздзел «Матэматыка»),  
**Я.А. Васіленка, В.Н. Вінаградаў, А.М. Галкін,**  
**А.Л. Гладкоў, С.А. Ермачэнка, В.В. Іваноўскі, Н.Ю. Каневалава,**  
**В.Я. Кузьменка** (адказны за раздзел «Біялогія»), **І.А. Ліцвянкова,**  
**П.І. Навіцкі, Н.А. Ракава** (адказны за раздзел «Педагагіка»),  
**У.Я. Савянок, Г.Г. Сушко, Ю.В. Трубнікаў, В.М. Шут**

*Рэдакцыйны савет:*

**А.Р. Александровіч** (Польшча), **Го Вэньбінь** (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, Т.Я. Сафранкова, 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 навуках, а таксама цытуецца і рэферыруецца  
ў рэфератывых выданнях УНІТІ*

**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 13.03.2017. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.  
Ум. друк. арк. 14,76. Ул.-выд. арк. 11,81. Тыраж 180 экз. Заказ 32.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2017

# ЗМЕСТ

## МАТЭМАТЫКА

<b>Ломовцев Ф.Е.</b> О разрывах частных производных высших порядков решений общего одномерного факторизованного волнового уравнения в четверти плоскости .....	5
<b>Инц И.В., Козлов А.А.</b> О достаточном условии равномерной стабилизируемости двумерных линейных управляемых систем с локально интегрируемыми коэффициентами .....	14

## БІЯЛОГІЯ

<b>Прищепя И.М., Малах О.Н.</b> Влияние предварительной гипобароадаптации на организм экспериментальных животных при их радиационном поражении .....	20
<b>Тюлькова Е.Г.</b> Морфометрические параметры и зольность древесных и травянистых растений Гомельского региона как факторы их адаптации к техногенным условиям среды .....	28
<b>Запасник-Безпалько И.Г., Джус М.А.</b> Хромосомные числа синантропных видов цветковых растений Гродненской области (Республика Беларусь) .....	37
<b>Гусев А.П., Шпилевская Н.С., Веселкин Д.В.</b> Воздействие <i>Acer negundo</i> L. на восстановительную сукцессию в ландшафтах Беларуси .....	47
<b>Щербакowa М.А.</b> Влияние антропогенных факторов окружающей среды на респираторную систему взрослого населения .....	54
<b>Цуриков А.Г., Цурикова Н.В.</b> Лихенобиота Ченковского лесничества (Гомельский район) ...	61

## ПЕДАГОГІКА

<b>Писоцкая М.Э.</b> Подготовка в Одесском государственном педагогическом институте имени К.Д. Ушинского студентов естественно-математических специальностей к осуществлению индивидуализации обучения учащихся в 50–60-е годы XX века .....	68
<b>Жуков А.В.</b> Критерии сформированности гражданской культуры студентов, проходящих обучение на военной кафедре .....	74
<b>Гарновская И.И.</b> Типология практико-ориентированных задач по информатике в образовательном процессе медицинского университета .....	83
<b>Позняк В.Е., Позняк Ж.А., Новицкий П.И.</b> Эффективность учебного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» в физическом воспитании студентов .....	92
<b>Хведченя Л.В.</b> Императив духовности в мировоззренческом формировании личности .....	99
<b>Соколова Е.О.</b> Формирование знаний, умений и навыков владения приемами стилизации при взаимосвязи натурного и декоративного рисования .....	105
<b>Орлова А.П.</b> Принципы этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы ..	113
<b>Бібліяграфія</b> .....	123
<b>Хроніка</b> .....	124

# CONTENTS

## MATHEMATICS

<b>Lomovtsev F.E.</b> About Rupture of Higher-Order Partial Derivatives of Solutions of the General Factorized One-Dimensional Wave Equation in a Quarter of the Plane .....	5
<b>Ints I.V., Kozlov A.A.</b> About the Sufficient Condition of Uniform Stabilizability of Two-Dimensional Linear Control Systems with Locally Integrable Coefficients .....	14

## BIOLOGY

<b>Prishchepa I.M., Malakh O.N.</b> Impact of Preliminary Hypobaroadaptation on Organisms of Experimental Radioactively Contaminated Animals .....	20
<b>Tyulkova E.G.</b> Morphometric Parameters and Ash-Content of Gomel Region Woody and Grassy Plants as Factors of their Adaptation to Environment Technogenic Conditions .....	28
<b>Zapasnik-Bezpalko I.G., Jus M.A.</b> Chromosome Numbers of Synanthrope Species of Flower Plants in Grodno Region (the Republic of Belarus) .....	37
<b>Gusev A.P., Shpileuskaya N.S., Veselkin D.V.</b> Impact of <i>Acer negundo</i> L. on Regenerative Succession in Landscapes of Belarus .....	47
<b>Shcherbakova M.A.</b> Impact of Anthropogenic Factors of the Environment on Adult Population Respiratory System .....	54
<b>Tsurikov A.H., Tsurikova N.V.</b> Lichen Biota of Chenki Forest (Gomel District) .....	61

## PEDAGOGY

<b>Pisotskaya M.E.</b> Training Natural Science and Mathematics Students to Perform Individual Approach in School Teaching at Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute in the 50-s – 60-s of the XX century .....	68
<b>Zhukov A.V.</b> Criteria of Shaping Students' Civic Culture at the Military Department .....	74
<b>Harnouskaya I.I.</b> Typology of Practice Based Tasks in Computer Studies in the Medical University Educational Process .....	83
<b>Pozniak V.E., Pozniak Z.A., Novitsky P.I.</b> Efficiency of the Training Module «Wellness Aerobics (Tai-bo)» in Physical Education of Students .....	92
<b>Khvedchenia L.V.</b> Morality Imperative in Shaping Learners' World Outlook .....	99
<b>Sokolova E.O.</b> Shaping Knowledge and Skills of Stylization Tools in Model and Decorative Drawing Interaction.....	105
<b>Orlova A.P.</b> Metaprinciples of Ethnopedagogical Training .....	113
<i>Bibliography</i> .....	123
<i>Chronicle</i> .....	124



# МАТЭМАТЫКА

УДК 517.956.32

## О разрывах частных производных высших порядков решений общего одномерного факторизованного волнового уравнения в четверти плоскости

Ф.Е. Ломовцев

Белорусский государственный университет

В настоящей статье изучается гладкость частных производных высших порядков  $k \geq 3$  классических решений  $u \in C^{k-1}(G_+)$  одномерного волнового уравнения  $(\partial_t - a_2 \partial_x + b_2)(\partial_t + a_1 \partial_x + b_1)u(x, t) = f(x, t)$  и его правой части  $f$  в первой четверти плоскости.

Цель исследования – нахождение линий разрывов частных производных высших порядков классических решений этого волнового уравнения в случае существования производных высших порядков и выявление необходимых требований гладкости на правую часть  $f$  для существования классических решений  $u \in C^k(G_+)$ ,  $k \geq 3$ .

**Материал и методы.** Применяется метод распространяющихся волн из курса уравнений математической физики, при этом используются общие свойства линейных гиперболических дифференциальных уравнений.

**Результаты и их обсуждение.** Доказано, что частные производные высших порядков  $k \geq 3$  классических решений  $u \in C^{k-1}(G_+)$  одномерного факторизованного неоднородного волнового уравнения могут иметь разрыв в первой четверти плоскости лишь на кусках характеристик  $x - a_1 t = C_1$ ,  $x + a_2 t = C_2$ , на кусках прямых  $x - \sqrt{(-a_2)^{k-j} a_1^j} t = C_{j+2}$ ,  $j = 1, k-1$ , при  $k$  нечетных и кусках прямых  $x - \sqrt{a_2^{k-j} a_1^j} t = C_{j+2}$ ,  $x + \sqrt{a_2^{k-j} a_1^j} t = C_{j+3}$ ,  $j = 1, 3, 5, \dots, k-1$ , при  $k$  четных. Это позволило вывести необходимость требования гладкости  $f \in C^{k-2}(G_+)$  и соответствующих интегральных требований гладкости на правую часть  $f$  для существования более гладких классических решений  $u \in C^k(G_+)$ ,  $k \geq 3$ , исследуемого уравнения.

**Заключение.** Результаты можно применить для поиска необходимых требований гладкости на правую часть  $f$  в теоремах повышения гладкости классических решений смешанных задач для искомого уравнения в полуполосе плоскости методом «вспомогательных смешанных задач для полуограниченной струны».

**Ключевые слова:** факторизованное уравнение колебаний струны, классическое решение неоднородного уравнения, носитель разрыва частной производной высшего порядка, необходимое требование гладкости.

# About Rupture of Higher-Order Partial Derivatives of Solutions of the General Factorized One-Dimensional Wave Equation in a Quarter of the Plane

F.E. Lomovtsev

Belarusian State University

In this paper we study the smoothness of the partial derivatives of higher orders  $k \geq 3$  of classical solutions  $u \in C^{k-1}(G_\omega)$  of one-dimensional wave equation  $(\partial_t - a_2 \partial_x + b_2)(\partial_t + a_1 \partial_x + b_1)u(x, t) = f(x, t)$  and its right-hand side  $f$  in the first quarter of the plane.

The purpose of the article – finding break lines of partial derivatives of higher orders of classical solutions of the wave equation in the case of the existence of these derivatives and the identification of necessary smoothness requirements on the right-hand side  $f$  for the existence of classical solutions  $u \in C^k(G_\omega)$ ,  $k \geq 3$ , of this equation.

**Material and methods.** The purpose of the article is achieved by propagating waves from a course of mathematical physics equations, using the general properties of linear hyperbolic differential equations.

**Findings and their discussion.** It is proved that the partial derivatives of higher orders  $k \geq 3$  of classical solutions  $u \in C^{k-1}(G_\omega)$  of one-dimensional factored inhomogeneous wave equation can have a break only on the pieces on the characteristics:  $x - a_1 t = C_1$ ,  $x + a_2 t = C_2$ , to pieces of the direct:  $x - \sqrt{(-a_2)^{k-j} a_1^j} t = C_{j+2}$ ,  $j = 1, k-1$ , for the odd index  $k$  and to pieces of the direct:  $x - \sqrt{a_2^{k-j} a_1^j} t = C_{j+2}$ ,  $x + \sqrt{a_2^{k-j} a_1^j} t = C_{j+3}$ ,  $j = 1, 3, 5, \dots, k-1$ , for the even index  $k$ . This allowed us to take the necessary requirements of smoothness  $f \in C^{k-2}(G_\omega)$  and the corresponding integral smoothness requirements on the right-hand side  $f$  for the existence of more smooth classical solutions  $u \in C^k(G_\omega)$ ,  $k \geq 3$ , of this equation.

**Conclusion.** The results can be used to search for the required smoothness requirements on the right-hand side  $f$  to increase the smoothness theorems of classical solutions of mixed problems for the desired equation in using the method of «auxiliary mixed problems for a semi-infinite string».

**Key words:** the factorized equation of string vibrations, a classical solution of the inhomogeneous equation, the gap support of higher order partial derivative, a necessary smoothness requirement.

**В** настоящей работе доказано, что в первой четверти плоскости частные производные высших порядков (порядков выше двух) от классических решений общего линейного факторизованного уравнения колебаний струны могут иметь разрыв только на частях характеристик этого уравнения и/или на кусках двух выведенных соответствующих семейств прямых в зависимости от нечетности или четности порядка производной. Этим уравнением моделируются вынужденные колебания однородной упругой струны в движущейся упруго сопротивляющейся среде.

Цель исследования – нахождение линий разрывов частных производных высших порядков классических решений этого волнового уравнения в случае существования производных высших порядков и выявление необходимых требований гладкости на правую часть  $f$  для существования классических решений  $u \in C^k(G_\omega)$ ,  $k \geq 3$ .

Ранее носители разрывов кусочно-непрерывных первых частных производных решений простейшего уравнения колебаний струны были установлены в [1, с. 83–85] и общего одномерного факторизованного уравнения колебаний струны в [2], где также найдены носители разрывов кусочно-непрерывных вторых частных производных от обобщенных решений общего одномерного факторизованного уравнения. В настоящей исследовании также для любого  $k \geq 3$  раз непрерывно дифференцируемого классического решения общего факторизованного линейного неоднородного уравнения колебаний струны в первой четверти плоскости указано в виде его слагаемого единственное (с точностью до аддитивных нетривиальных классических решений соответствующего однородного факторизованного линейного уравнения колебаний струны [3])  $k \geq 3$  раз непрерывно дифференцируемое классическое решение данного неоднородного уравнения в первой четверти плоскости.

В качестве приложений полученных результатов затем нами выводятся необходимые требования гладкости на правую часть исследуемого уравнения для того, чтобы последнее классическое решение было  $k \geq 3$  раз непрерывно дифференцируемой функцией в первой четверти плоскости. Для выявления необходимых требований гладкости на правую часть эти результаты можно применить к смешанным (начально-краевым) задачам для общего линейного факторизованного уравнения колебаний ограниченной струны в полуполосе плоскости методом «вспомогательных смешанных задач для полуограниченной струны» из [4]. Методом распространяющихся волн (методом характеристик) некоторые смешанные задачи для различных уравнений колебаний струны решаются в работах [5–8].

**Материал и методы.** В первой четверти плоскости  $G_\infty = [0, \infty[ \times [0, \infty[$  требуется найти линии разрывов частных производных высших порядков  $k \geq 3$  классических решений волнового уравнения

$$(\partial_t - a_2 \partial_x + b_2)(\partial_t + a_1 \partial_x + b_1)u(x, t) = f(x, t), \quad \{x, t\} \in G_\infty, \quad (1)$$

где  $\partial_t = \partial / \partial t$ ,  $\partial_x = \partial / \partial x$  – первые частные производные и  $a_1 > 0$ ,  $a_2 \geq 0$ ,  $b_1, b_2$  – постоянные вещественные коэффициенты.

Обозначим символом  $C^m(\Omega)$  множество  $m$  раз непрерывно дифференцируемых функций на множестве  $\Omega$ . Классическими решениями уравнения (1) в  $G_\infty$  называются его решения гладкости  $u \in C^2(G_\infty)$ . Если первые частные производные  $\partial_t u$  и  $\partial_x u$  от непрерывных решений  $u \in C(G_\infty)$  волнового уравнения (1) существуют в обычном смысле на  $G_\infty$  и хотя бы одна из них терпит разрыв, то из [2] известно, что линиями этого разрыва служат части характеристик уравнения (1):

$$x - a_1 t = C_1, \quad x + a_2 t = C_2, \quad \forall C_1, C_2 \in \mathbb{R} = ]-\infty, +\infty[, \quad (2)$$

находящиеся в первой четверти  $G_\infty$  плоскости  $\mathbb{R}^2$ . Гладкие линии разрывов кусочно-непрерывных вторых частных производных обобщенных решений уравнения (1) были ранее выявлены в [2]. Сначала мы находим указанные в теореме 1 гладкие линии разрывов частных производных высших порядков  $k \geq 3$  от классических решений  $u \in C^{k-1}(G_\infty)$  уравнения (1) методом распространяющихся волн из курса уравнений математической физики [1]. Затем с помощью этих результатов доказываем, что каждое более гладкое классическое решение  $u \in C^k(G_\infty)$  неоднородного уравнения (1) содержит в виде его слагаемого единственное (с точностью до аддитивных нетривиальных классических решений соответствующего однородного факторизованного уравнения) более гладкое классическое решение  $F \in C^k(G_\infty)$  неоднородного уравнения (1). Отсюда выводим необходимые требования гладкости на правую часть  $f$ , указанные в теореме 2.

**Результаты и их обсуждение.** Сначала находим линии разрывов частных производных высших порядков от решений одномерного факторизованного волнового уравнения.

**Теорема 1.** Если частные производные  $k \geq 2$  порядка от  $k - 1$  раз непрерывно дифференцируемых решений  $u \in C^{k-1}(G_\infty)$  волнового уравнения (1) существуют в обычном смысле на  $G_\infty$  и хотя бы одна из них терпит разрыв, то линиями этого разрыва служат части характеристик (2) и при  $k$  нечетных и  $k$  четных соответственно части прямых

$$x - \sqrt{k(-a_2)^{k-j}} a_1^j t = C_{j+2}, \quad C_{j+2} \in \mathbb{R}, \quad j = \overline{1, k-1}, \quad (3)$$

$$x + \sqrt{k a_2^{k-j}} a_1^j t = C_{j+2}, \quad x + \sqrt{k a_2^{k-j}} a_1^j t = C_{j+3}, \quad C_{j+2}, C_{j+3} \in \mathbb{R}, \quad j = 1, 3, 5, \dots, k-1, \quad (4)$$

которые находятся в первой четверти  $G_\infty$  плоскости  $\mathbb{R}^2$ .

**Доказательство.** Для  $k = 2$  линии разрывов (4) кусочно-непрерывных вторых производных от обобщенных решений уравнения (1) установлены в [2]. Найдем их для  $k \geq 3$ . В силу бесконечной дифференцируемости функции  $e^{Bx - At}$ , где постоянные  $A = (a_1 b_2 + a_2 b_1) / (a_1 + a_2)$  и  $B = (b_2 - b_1) / (a_1 + a_2)$ , исследование гладкости и разрывов частных производных высших порядков

от классических решений  $u \in C^2(G_\infty)$  уравнения (1) заменой функции  $u(x,t) = e^{Bx-At} \hat{u}(x,t)$  сводится к исследованию гладкости и разрывов частных производных высших порядков от классических решений  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$  уравнения

$$(\partial_t - a_2 \partial_x)(\partial_t + a_1 \partial_x) \hat{u}(x,t) = \hat{f}(x,t), \{x,t\} \in G_\infty, \quad a_1 > 0, a_2 \geq 0, \quad (5)$$

с правой частью  $\hat{f}(x,t) = e^{At-Bx} f(x,t)$ , где функция  $f$  – правая часть уравнения (1).

Найдем линии разрывов классических решений уравнения (5) для  $k=3$ . По условиям теоремы 1 третьи частные производные решений  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$  уравнения (5) существуют в обычном смысле в  $G_\infty$  и хотя бы одна из них терпит разрыв на некоторой трижды непрерывно дифференцируемой кривой  $l$  уравнения  $x = x(t), t \in [\alpha, \beta]$ , из произвольного прямоугольника  $ABCD$  в  $G_\infty$  (см. рис. 20 в [1]).

Сначала для более гладких решений  $\hat{u} \in C^4(G_\infty)$  и, следовательно, правой части  $\hat{f} \in C^2(G_\infty)$  дважды дифференцируем по  $t$  уравнение (5) и находим уравнение

$$(\partial_t - a_2 \partial_x)(\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) = \partial_{tt} \hat{f}(x,t), \{x,t\} \in G_\infty, \quad (6)$$

которое интегрируем по прямоугольнику  $ABCD$  в  $G_\infty$  с вершинами  $B$  и  $D$  на кривой  $l \in C^3[\alpha, \beta]$ , в левой части полученного равенства применяем известную формулу Грина и приходим к равенству [1]

$$\int_{BA+DC} (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dx + \int_{AD+CB} a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dt = - \iint_{ABCD} \partial_{tt} \hat{f}(x,t) dx dt. \quad (7)$$

Отметим, что в левой части этого равенства интегрирование ведется в положительном направлении обхода периметра  $AD + DC + CB + BA$  прямоугольника  $ABCD$ . Затем равенство (7) распространяется предельным переходом с решений  $\hat{u} \in C^4(ABCD)$  на множество всех решений  $\hat{u} \in C^2(ABCD)$ , у которых по предположению теоремы 1 существуют в обычном смысле кусочно-непрерывные частные производные третьего порядка в  $ABCD$ .

Далее интегрируем уравнение (6) по криволинейным треугольникам  $\triangle ABD$ ,  $\triangle BCD$  и тем же путем соответственно приходим к равенствам

$$\int_{BA} (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dx + \int_{AD} a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dt + \int_{DB} a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dt + (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dx = - \iint_{\triangle ABD} \partial_{tt} \hat{f}(x,t) dx dt, \quad (8)$$

$$\int_{DC} (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dx + \int_{CB} a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dt + \int_{BD} a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dt + (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dx = - \iint_{\triangle BCD} \partial_{tt} \hat{f}(x,t) dx dt. \quad (9)$$

Вычитаем почленно равенство (7) из суммы равенств (8) и (9) и имеем равенство

$$\int_{DB} \{a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t)\}_1 dt + (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t) dx - a_2 (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t)\}_2 dt - (\partial_t + a_1 \partial_x) \partial_{tt} \hat{u}(x,t)\}_2 dx = 0, \quad (10)$$

где нижние индексы 1 и 2 обозначают предельные значения частных производных соответственно из треугольников  $\triangle ABD$  и  $\triangle BCD$ . Ввиду произвольности  $l$  из равенства (10) вытекает первое уравнение для разрывов третьих частных производных

$$a_2 ([\partial_{tt} \hat{u}(x,t)] + a_1 [\partial_{xtt} \hat{u}(x,t)]) + x'(t) ([\partial_{tt} \hat{u}(x,t)] + a_1 [\partial_{xtt} \hat{u}(x,t)]) = 0, t \in [\alpha, \beta], \quad (11)$$

где символом  $[g] = (g)_1 - (g)_2$  обозначена величина разрыва функции  $g$  на дуге  $DB$ ,  $[\partial_{xtt} \hat{u}(x,t)]$

и  $[\partial_{xii}\hat{u}(x,t)]$  – разрывы соответственно третьих частных производных  $\partial_{iii}\hat{u} = \partial^3\hat{u} / \partial t^3$  и  $\partial_{iii}\hat{u} = \partial^3\hat{u} / \partial x \partial t^2 = \partial^3\hat{u} / \partial t^2 \partial x$  от решений  $\hat{u} \in C^2(ABCD)$  и производная  $x'(t)$  из дифференциала  $dx = x'(t)dt$ . В дальнейшем уравнения разрывов производных с коэффициентами, равными коэффициентам уравнения (11), условимся называть *уравнениями разрывов 1-го типа*.

С целью получения второго уравнения разрывов третьих частных производных аналогичным образом сначала для более гладких решений  $\hat{u} \in C^4(G_\infty)$  и, следовательно, правой части  $\hat{f} \in C^2(G_\infty)$  однократно дифференцируем по  $t$  и  $x$  уравнение (5) и в силу коммутативности дифференциальных множителей в (5) на функциях  $\hat{u} \in C^4(G_\infty)$  имеем уравнение

$$(\partial_t + a_1\partial_x)(\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t) = \partial_{xii}\hat{f}(x,t), \quad \{x,t\} \in G_\infty. \quad (12)$$

Это уравнение интегрируем по прямоугольнику  $ABCD$ , в левой части полученного равенства применим формулу Грина и приходим к равенству [1]

$$\int_{BA+DC} (\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dx - \int_{AD+CB} a_1(\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dt = - \iint_{ABCD} \partial_{xii}\hat{f}(x,t)dxdt, \quad (13)$$

которое, как и выше, потом распространяется предельным переходом с решений  $\hat{u} \in C^4(ABCD)$  на множество всех решений  $\hat{u} \in C^2(ABCD)$ . Ввиду предположения теоремы 1 у этих решений существуют в обычном смысле кусочно-непрерывные частные производные третьего порядка в  $ABCD$ . Интегрируем уравнение (12) по криволинейным треугольникам  $\triangle ABD$ ,  $\triangle BCD$  с общей стороной  $DB$  на кривой  $l \in C^3[\alpha, \beta]$  и так же, как выше, соответственно приходим к равенствам

$$\int_{BA} (\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dx - \int_{AD} a_1(\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dt - \int_{DB} a_1(\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dt - (\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dx = - \iint_{\triangle ABD} \partial_{xii}\hat{f}(x,t)dxdt, \quad (14)$$

$$\int_{DC} (\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dx - \int_{CB} a_1(\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dt - \int_{BD} a_1(\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dt - (\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t)dx = - \iint_{\triangle CBD} \partial_{xii}\hat{f}(x,t)dxdt. \quad (15)$$

Вычитаем почленно равенство (13) из суммы равенств (14), (15) и находим равенство

$$\int_{DB} \{a_1((\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t))_1 dt - ((\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t))_1 dx - a_1((\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t))_2 dt + ((\partial_t - a_2\partial_x)\partial_{xii}\hat{u}(x,t))_2 dx\} = 0, \quad (16)$$

из которого ввиду произвольности  $l$  имеем второе уравнение разрывов третьих частных производных

$$a_1([\partial_{xii}\hat{u}(x,t)] - a_2[\partial_{xxx}\hat{u}(x,t)]) - x'(t)([\partial_{xii}\hat{u}(x,t)] - a_2[\partial_{xxx}\hat{u}(x,t)]) = 0, \quad t \in [\alpha, \beta], \quad (17)$$

где  $[\partial_{xii}\hat{u}(x,t)]$  – разрыв частной производной  $\partial_{xii}\hat{u} = \partial^3\hat{u} / \partial x^2 \partial t = \partial^3\hat{u} / \partial t \partial x^2$  от решений  $\hat{u} \in C^2(ABCD)$ . В дальнейшем уравнения разрывов производных, коэффициенты которых совпадают с коэффициентами уравнения (17), будем называть *уравнениями разрывов 2-го типа*.

Если продифференцировать дважды по  $x$  уравнение (5) и к результату дифференцирования применить предыдущие рассуждения, то в конце концов получим третье уравнение разрывов соответствующих третьих частных производных 2-го типа

$$a_1([\partial_{xii}\hat{u}(x,t)] - a_2[\partial_{xxx}\hat{u}(x,t)]) - x'(t)([\partial_{xii}\hat{u}(x,t)] - a_2[\partial_{xxx}\hat{u}(x,t)]) = 0, \quad t \in [\alpha, \beta], \quad (18)$$

где  $[\partial_{xxx}\hat{u}(x,t)]$  – разрыв частной производной  $\partial_{xxx}\hat{u} = \partial^3\hat{u} / \partial x^3$  от решений  $\hat{u} \in C^2(ABCD)$ .

Третья производная по  $t$  от решений  $\hat{u}$  вдоль линии разрыва  $l \in C^3[\alpha, \beta]$  по двум взаимно противоположным направлениям 1 и 2 равна значениям

$$d^3 \hat{u}(x(t), t) / dt^3 = (\partial_{xxx} \hat{u}(x, t))_i x^{i3}(t) + 3(\partial_{xi} \hat{u}(x, t))_i x'(t) x''(t) +$$

$$+ (\partial_x \hat{u}(x, t))_i x'''(t) + (\partial_{mm} \hat{u}(x, t))_i, i = 1, 2,$$

разность которых для решений  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$  дает четвертое уравнение разрывов третьих производных

$$[\partial_{mm} \hat{u}(x, t)] + x^{i3}(t) [\partial_{xxx} \hat{u}(x, t)] = 0, \quad t \in [\alpha, \beta]. \quad (19)$$

Однородная система уравнений (11), (17)–(19) имеет нетривиальные решения тогда и только тогда, когда ее определитель тождественно равен нулю

$$\begin{vmatrix} x'(t) + a_2 & a_1(x'(t) + a_2) & 0 & 0 \\ 0 & a_1 - x'(t) & -a_2(a_1 - x'(t)) & 0 \\ 0 & 0 & a_1 - x'(t) & -a_2(a_1 - x'(t)) \\ 1 & 0 & 0 & x^{i3}(t) \end{vmatrix} = (a_1 - x'(t))^2 (x'(t) + a_2) (x^{i3}(t) - a_2^2 a_1) = 0.$$

Это уравнение для всех  $a_1 > 0, a_2 \geq 0$  имеет действительные корни  $x'(t) = a_1, x'(t) = -a_2, x'(t) = \sqrt[3]{a_2^2 a_1}, t \in [\alpha, \beta]$ , которым соответствуют характеристики (2) и прямая из (3) при  $j = 1$ .

Если бы в предыдущих рассуждениях мы вместо второго уравнения разрывов 2-го типа (17) взяли уравнение разрывов 1-го типа

$$a_2 ([\partial_{mm} \hat{u}(x, t)] + a_1 [\partial_{xxx} \hat{u}(x, t)]) + x'(t) ([\partial_{xi} \hat{u}(x, t)] + a_1 [\partial_{xii} \hat{u}(x, t)]) = 0, t \in [\alpha, \beta], \quad (20)$$

то определитель системы (11), (18)–(20) был бы равен

$$\begin{vmatrix} x'(t) + a_2 & a_1(x'(t) + a_2) & 0 & 0 \\ 0 & x'(t) + a_2 & a_1(x'(t) + a_2) & 0 \\ 0 & 0 & a_1 - x'(t) & -a_2(a_1 - x'(t)) \\ 1 & 0 & 0 & x^{i3}(t) \end{vmatrix} = (a_1 - x'(t))(x'(t) + a_2)^2 (x^{i3}(t) + a_2 a_1^2) = 0.$$

Это уравнение для всех  $a_1 > 0, a_2 \geq 0$  имеет действительные корни  $x'(t) = a_1, x'(t) = -a_2, x'(t) = -\sqrt[3]{a_2 a_1^2}, t \in [\alpha, \beta]$ , которым соответствуют характеристики (2) и прямая из (3) при  $j = 2$ . В случае нечетного  $k = 3$  теорема 1 доказана.

Теперь найдем линии разрывов частных производных  $\partial_x^i \partial_t^{k-i} \hat{u} = \partial^k \hat{u} / \partial x^i \partial t^{k-i} = \partial^k \hat{u} / \partial x^{k-i} \partial t^i, i = \overline{0, k}$ , от решений  $\hat{u} \in C^{k-1}(G_\infty)$  любых нечетных порядков  $k > 3$ . По аналогии с последними рассуждениями для разрывов производных  $\partial_x^i \partial_t^{k-i} \hat{u}, i = \overline{0, k}$ , последовательно составляем нечетное количество  $k > 3$  уравнений разрывов, из которых первые  $j$  уравнений являются уравнениями разрывов 1-го типа и следующие за ними  $k - j$  уравнений – уравнениями разрывов 2-го типа, следующих соответственно друг за другом в порядке возрастания значений индекса  $i = \overline{0, k}$  для каждого значения индекса  $j = \overline{1, k-1}$ . К этой системе нечетного  $k > 3$  количества уравнений разрывов добавляем еще уравнение разрывов

$$[\partial_t^k \hat{u}(x, t)] + x^{i3}(t) [\partial_x^k \hat{u}(x, t)] = 0, \quad t \in [\alpha, \beta]. \quad (21)$$

Это уравнение получается как разность значений  $k$ -ой производной по  $t$  от решений  $\hat{u} \in C^{k-1}(G_\infty)$  вдоль гладкой линии разрыва  $t \in C^k[\alpha, \beta]$  по двум взаимно противоположным направлениям:

$$\frac{d^k \hat{u}(x(t), t)}{dt^k} = \frac{d^{k-1} (\hat{u}_x(x, t) x'(t) + \hat{u}_t(x, t))_i}{dt^{k-1}} = \sum_{s=0}^{k-1} C_{k-1}^s \left( \frac{d^s \hat{u}_x(x, t)}{dt^s} \right)_i \frac{d^{k-s} x(t)}{dt^{k-s}} + \left( \frac{\partial^k \hat{u}(x, t)}{\partial t^k} \right)_i, \quad (22)$$

$$i = 1, 2,$$

где  $C_{k-1}^s$  – число сочетаний из  $k-1$  по  $s$  элементов. В результате имеем четное количество  $k+1$  уравнений разрывов всех производных  $\partial_x^i \partial_t^{k-i} \hat{u}$ ,  $i = \overline{0, k}$ ,  $k$ -го порядка. Ее определитель равен

$$\begin{vmatrix} x'(t) + a_2 & a_1(x'(t) + a_2) & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x'(t) + a_2 & a_1(x'(t) + a_2) & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & a_1 - x'(t) & -a_2(a_1 - x'(t)) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & a_1 - x'(t) & -a_2(a_1 - x'(t)) \\ 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & x^{(k)}(t) \end{vmatrix} \quad (23)$$

в котором первые  $j$  строк соответствуют уравнениям разрывов 1-го типа и следующие за ними  $k-j$  строк соответствуют уравнениям разрывов 2-го типа. Раскладывая его по последней четной  $k+1$  строке и приравнявая его нулю, получаем уравнения

$$(a_1 - x'(t))^{k-j} (x'(t) + a_2)^j (x^{(k)}(t) - (-a_2)^{k-j} a_1^j) = 0, \quad j = \overline{1, k-1},$$

имеющие действительные корни  $x'(t) = a_1$ ,  $x'(t) = -a_2$ ,  $x'(t) = \sqrt[k]{(-a_2)^{k-j} a_1^j}$ ,  $j = \overline{1, k-1}$ ,  $t \in [\alpha, \beta]$ . Этим корням соответствуют характеристики (2) и прямые (3). Теорема 1 для нечетных  $k \geq 3$  доказана.

Найдем линии разрывов частных производных четных высших порядков  $k \geq 2$  от решений  $\hat{u} \in C^{k-1}(G_\omega)$ . Для  $k=2$  они найдены в [2]. Ищем их сразу для всех четных  $k \geq 4$ . Составляем четное количество  $k \geq 4$  первых уравнений разрывов частных производных  $\partial_x^i \partial_t^{k-i} \hat{u}$ ,  $i = \overline{0, k}$ , порядка  $k$  от решений  $\hat{u} \in C^{k-1}(G_\omega)$  также, как выше для нечетных  $k \geq 3$ . Дополняем эти уравнения разрывов еще одним уравнением разрывов (21), которое также вытекает из (22) для решений  $\hat{u} \in C^{k-1}(G_\omega)$ . Определитель полученной системы уравнений разрывов частных производных порядка  $k$  имеет вид (23). Согласно его разложению по последней нечетной  $k+1$ -ой строке через определители двух треугольных матриц имеем уравнения

$$(a_1 - x'(t))^{k-j} (x'(t) + a_2)^j (x^{(k)}(t) + (-a_2)^{k-j} a_1^j) = 0, \quad j = \overline{1, k-1}.$$

Эти уравнения имеют только вещественные корни  $x'(t) = a_1$ ,  $x'(t) = -a_2$ ,  $x'(t) = \pm \sqrt[k]{a_2^{k-j} a_1^j}$ ,  $j = \overline{1, 3, 5, \dots, k-1}$ ,  $t \in [\alpha, \beta]$ , которым соответствуют характеристики (2) и прямые (4) для всех четных  $k \geq 4$ . Теорема 1 полностью доказана.

З а м е ч а н и е. В случае  $a_2 > 0$  уравнения характеристик (2) соответственно совпадают с уравнениями (3) при  $j = k$ ,  $j = 0$ , а также с первым уравнением из (4) при  $j = k$  и вторым уравнением из (4) при  $j = 0$ . Итак, на основании известных результатов о разрывах первых частных производных из [2] и теоремы 1 о разрывах частных производных порядков  $k \geq 2$  можно утверждать, что производные нечетных и четных порядков  $k \geq 1$  одномерного волнового уравнения (1) могут допускать разрывы соответственно на  $k+1$  и  $k+2$  прямых, т.е. при любых  $k \geq 1$  на  $2[k/2] + 2$  прямых, где  $[c]$  – целая часть числа  $c$ , не превосходящая числа  $c$ .

П р и л о ж е н и е р е з у л ь т а т о в р а б о т ы к поиску необходимых требований гладкости на правую часть  $f$  для существования решений  $u \in C^k(G_\omega)$ ,  $k \geq 2$ . уравнения (1) в первой четверти плоскости.

**Теорема 2.** Если  $u \in C^k(G_\omega)$ ,  $k \geq 2$ , – некоторое классическое решение неоднородного уравнения (1), то правая часть  $f$  уравнения (1) имеет гладкость функций из множества  $C^{k-2}(G_\omega)$ , функция

$$F(x, t) = e^{Bx - At} \frac{1}{a_1 + a_2} \int_0^{t+x+a_2(t-\tau)} \int_{x-a_1(t-\tau)}^x \hat{f}(|s|, \tau) ds d\tau,$$

$\hat{f}(|x|, t) = e^{At - Bx} f(|x|, t)$ , имеет гладкость функций из множества  $C^k(G_\omega)$ ,  $k \geq 2$ , функция  $F$  удовлетворяет неоднородному уравнению (1) и для  $f$  справедливы требования гладкости

$$\int_0^t e^{B\tau} f(|x + (-1)^i a_1(t-\tau)|, \tau) d\tau \in C^{k-1}(G_\omega), \quad i = \overline{1, 2}. \quad (24)$$

Доказательство. Утверждение теоремы 2 для  $k = 2$  доказано в [2]. Докажем его для  $k \geq 3$ . Выше показано, что исследование гладкости классических решений  $u \in C^2(G_\infty)$  уравнения (1) сводится к исследованию гладкости классических решений  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$  уравнения (5). Методом расширяющихся волн выводится общий интеграл классических решений уравнения (5), т.е. множество всех его классических решений  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$  в первой четверти  $G_\infty$ :

$$\hat{u}(x, t) = g(x - a_1 t) + h(x + a_2 t) + \mathbb{H}(x, t), \quad \mathbb{H}(x, t) = \frac{1}{a_1 + a_2} \int_0^{x - a_1(t-t)} \int_0^{x + a_2(t-t)} \hat{f}(|s|, t) ds dt, \quad (25)$$

где  $g, h$  – любые дважды непрерывно дифференцируемые функции своих переменных и  $\mathbb{H}$  – дважды непрерывно дифференцируемая функция на  $G_\infty$ . Непосредственным дифференцированием легко убедиться в том, что функция  $\mathbb{H} \in C^2(G_1)$  для функций  $f \in C(G_\infty)$ , удовлетворяющих требованиям (24) при  $k = 2$ . Для решений  $\hat{u} \in C^k(G_\infty)$  правая часть уравнения (5) очевидно обладает гладкостью  $\hat{f} \in C^{k-2}(G_\infty)$ ,  $k \geq 3$ , для которых функция  $\mathbb{H}$  не менее, чем дважды, непрерывно дифференцируема в  $G_\infty$ . Поэтому непосредственной подстановкой  $\mathbb{H}$  в уравнение (5) легко проверяется, что она удовлетворяет уравнению (5) в  $G_\infty$ , т.е. является его классическим решением. Согласно общему интегралу (25) множество всех классических решений уравнения (5), т.е. множество всех его решений гладкости  $\hat{u} \in C^2(G_\infty)$ , представимо в виде

$$\hat{u}(x, t) = \hat{u}_0(x, t) + \mathbb{H}(x, t), \quad (26)$$

где дважды непрерывно дифференцируемые функции  $\hat{u}, \mathbb{H}$  и  $\hat{u}_0$  удовлетворяют соответственно уравнению (5) при  $\hat{f} \neq 0$  и  $\hat{f} = 0$ .

Пусть здесь функция  $\hat{u} \in C^k(G_\infty)$ ,  $k \geq 3$ . В силу теоремы 1 частные производные порядков  $k \geq 3$  от функции  $\mathbb{H}$  могут терпеть разрывы только на прямых (2) и/или (3) при нечетных  $k$  и на прямых (2) и/или (4) при четных  $k$ . Выясним, могут ли в равенстве (26) негладкие слагаемые из  $\mathbb{H}$  сократиться с негладкими слагаемыми из  $\hat{u}_0$  для того, чтобы их сумма  $\hat{u}$  стала  $k$  раз непрерывно дифференцируемой на  $G_\infty$ . Во-первых, выражение  $\mathbb{H}$  не является функцией характеристик (2), т.е. не зависит только от  $x - a_1 t$  или  $x + a_2 t$ , и не является суммой некоторых функций от  $x - a_1 t$  и  $x + a_2 t$  соответственно, так как в противном случае функция  $\mathbb{H}$  была бы решением уравнения (5) при  $\hat{f} = 0$ , а не при  $\hat{f} \neq 0$ . Во-вторых, функция  $\mathbb{H}$  не содержит слагаемых, зависящих только от  $x - a_1 t$  или  $x + a_2 t$ , так как в противном случае нарушалась бы ее единственность, как не содержащего нетривиальных слагаемых вида  $\hat{u}_0$  решение неоднородного уравнения (5) [3]. В-третьих, если коэффициенты  $a_1 > 0$ ,  $a_2 > 0$ ,  $a_1 \neq a_2$ , то прямые характеристик (2) не совпадают с прямыми (3) и (4) и, следовательно, решения  $\hat{u}_0$ , которые не зависят от нехарактеристических прямых (3) и (4), не могут иметь разрывы на кусках прямых (3) и (4). Если же коэффициенты  $a_1 > 0$ ,  $a_2 > 0$ ,  $a_1 = a_2$ , то прямые (3) и (4) становятся характеристиками из (2) и на функцию  $\mathbb{H}$  распространяются предыдущие два вывода. То же самое имеет место для  $\mathbb{H}$  при  $a_1 > 0$ ,  $a_2 = 0$ , когда все прямые из (3) и (4) совпадают с характеристиками  $x = C_2$  из (2). Таким образом, в равенстве (26) негладкие слагаемые из  $\mathbb{H}$  не могут сократиться с негладкими слагаемыми из  $\hat{u}_0$  для того, чтобы их сумма  $\hat{u}$  стала  $k$  раз непрерывно дифференцируемой на  $G_\infty$ . Поэтому функция  $\mathbb{H}$  должна быть тоже из множества  $C^k(G_\infty)$ ,  $k \geq 3$ .

Функция  $\mathbb{H} \in C^k(G_1)$  очевидно должна иметь  $k - 1$  раз непрерывно дифференцируемые производные на  $G_\infty$  вдоль характеристик (2) уравнения (1):

$$\frac{d^k f}{dt^k} - (-1)^j a_1 \frac{d^k f}{dx^k} = e^{-B|t-x|} \int_0^t e^{b_1 t} f \left( |x - (-1)^j a_{2-j}(t-t')|, t' \right) dt' O C^{k-1}(G_T), \quad i = 1, 2.$$

Отсюда следует необходимость требований гладкости (24) для  $k \geq 3$ . Теорема 2 доказана.

**Заключение.** В работе доказано, что при любых  $a_1 > 0, a_2 \geq 0$  частные производные высших порядков  $k \geq 3$  классических решений одномерного факторизованного неоднородного волнового уравнения (1) могут терпеть разрыв в первой четверти плоскости лишь на кусках характеристик  $x - a_1 t = C_1, x + a_2 t = C_2$ , на кусках прямых  $x - \sqrt{(-a_2)^{k-j} a_1^j} t = C_{j+2}, j = 1, k-1$ , при  $k$  нечетных и кусках прямых  $x - \sqrt{a_2^{k-j} a_1^j} t = C_{j+2}, x + \sqrt{a_2^{k-j} a_1^j} t = C_{j+3}, j = 1, 3, 5, \dots, k-1$ , при  $k$  четных. Эти результаты на основании аддитивной единственности из [3] частного решения  $F$  линейного неоднородного уравнения (1) позволили нам вывести не только необходимость гладкости  $f \in C^{k-2}(G_\infty)$ , но и интегральных требований гладкости (24) на правую часть  $f$  для существования более гладких классических решений  $u \in C^k(G_\infty), k \geq 3$ , одномерного факторизованного неоднородного волнового уравнения (1). В конечном счете, эти необходимые требования гладкости на  $f$  вытекают из общего интеграла (25), процитированного выше свойства аддитивной единственности решения  $F$  и вида носителей разрывов частных производных высших порядков решений уравнения (1), которые, в свою очередь, следуют из линейности и гиперболичности дифференциального уравнения (1). Полученные необходимые требования гладкости на правую часть  $f$  можно использовать для нахождения необходимых требований гладкости на  $f$  в теоремах повышения гладкости классических решений различных вспомогательных смешанных задач для уравнения (1) в первой четверти плоскости. Затем, имея эти необходимые условия на  $f$  в четверти плоскости, можно выводить все необходимые условия на  $f$  в теоремах повышения гладкости классических решений смешанных задач для уравнения колебаний ограниченной струны вида (1) в полуполосе плоскости методом «вспомогательных смешанных задач для полуограниченной струны» из [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов, А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Наука, 2004. – 798 с.
2. Ломовцев, Ф.Е. О разрывах первых и вторых частных производных решений общего одномерного факторизованного волнового уравнения в первой четверти плоскости // Ф.Е. Ломовцев // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. С, Фундаментальные науки. Математика. – 2016. – № 12. – С. 117–124.
3. Ломовцев, Ф.Е. Единственность частных решений линейных неоднородных дифференциальных уравнений, не содержащих нетривиальные частные решения их однородных уравнений / Ф.Е. Ломовцев // XII Белорусская математическая конференция: тез. докл. междунар. науч. конф., Минск, 5–10 сент. 2016 г.: в 5 ч. – Минск, 2016. – Ч. 2. – С. 71–72.
4. Ломовцев, Ф.Е. Метод вспомогательных смешанных задач для полуограниченной струны / Ф.Е. Ломовцев // Шестые Богдановские чтения по обыкновенным дифференциальным уравнениям: материалы междунар. матем. конф., Минск, 7–10 дек. 2015 г.: в 2 ч. – Минск, 2015. – Ч. 2. – С. 74–75.
5. Ломовцев, Ф.Е. Классические решения неоднородного факторизованного гиперболического уравнения второго порядка в четверти плоскости при полунестационарной второй косоj производной в граничном условии / Ф.Е. Ломовцев, Е.Н. Новиков // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2015. – № 4(88). – С. 5–11.
6. Корзюк, В.И. Уравнения математической физики / В.И. Корзюк. – Минск: БГУ, 2011. – 459 с.
7. Моисеев, Е.И. Классическое решение задачи с интегральным условием для однородного волнового уравнения / Е.И. Моисеев, В.И. Корзюк, И.С. Козловская // Дифференц. уравнения. – 2014. – Т. 50, № 10. – С. 1373–1385.
8. Корзюк, В.И. Классическое решение смешанных задач для одномерного волнового уравнения с негладкими условиями Коши / В.И. Корзюк, С.И. Пузырный // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-мат. наук. – 2016. – № 2. – С. 22–31.

#### REFERENCES

1. Tikhonov A.N., Samarskiy A.A. *Uravneniia matematicheskoi fiziki* [Equations of Mathematical Physics], Moscow, Nauka, 2004, 798 p.
2. Lomovtsev F.E. *Vestnik PDU Ser. C Fundamentalniye nauki* [Newsletter of Polotsk State University. Ser. C. Basic Science. Mathematics], 2016, 12, pp. 117–124.
3. Lomovtsev F.E. *XII Belaruskaya matematicheskaya konferentsiya: tez. dokl. Mezhdunar. nauch. konf., Minsk 5–10 sent. 2016 g.* [XII Belarusian Mathematical Conference: Report Abstracts of Intern. Scientific Conf. Minsk, September 5–10, 2016], Minsk, 2016, Part 2, pp. 71–72.
4. Lomovtsev F.E. *Shestiye Bogdanovskiy chteniya po obyknovennim differentsialnym uravneniyam: mater. Mezhdunar. matem. Konf. Minsk 7–10 dek. 2015* [Sixth Bogdanov Reading on Ordinary Differential Equations: Mater. of Intern. Mathem. Conf. Minsk, December 7–10, 2015], Minsk, 2015, Part 2, pp. 74–75.
5. Lomovtsev F.E., Novikov E.N. *Vestnik VDU* [Newsletter of Vitebsk State University], 2015, 4 (88), pp. 5–11.
6. Korzyuk V.I. *Uravneniia matematicheskoi fiziki* [Equations of Mathematical Physics], Minsk, BGU, 2011, 459 p.
7. Moiseyev E.I., Korzyuk V.I., Kozlovskaya I.S. *Differentsialniye uravneniya* [Differential Equations], 2014, 50(10), pp. 1373–1385.
8. Korzyuk V.I., Puzirnyi V.I. *Vesti Natsionalnoi Akademii nauk Belarusi Ser. Fiz.-Mat. Nauk.* [Journal of the National Academy of Sciences of Belarus], 2016, 2, pp. 22–31.

Поступила в редакцию 16.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: lomovtsev@bsu.by – Ломовцев Ф.Е.

## О достаточном условии равномерной стабилизируемости двумерных линейных управляемых систем с локально интегрируемыми коэффициентами

**И.В. Инц, А.А. Козлов**

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»*

*Рассматривается двумерная линейная управляемая система с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами*

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad x \in \mathbb{R}^2, \quad u \in \mathbb{R}^m, \quad m \in \{1, 2\}, \quad t \dots 0. \quad (1)$$

*Управление в системе (1) строится по принципу линейной обратной связи  $u = U(t)x$  с измеримой и ограниченной матричной функцией  $U(t), t \dots 0$ . В результате подстановки выбранного управления в исходную систему получится однородная система с коэффициентами из того же класса, что и в системе (1)*

$$\dot{x} = (A(t) + B(t)U(t))x, \quad x \in \mathbb{R}^2, \quad t \dots 0. \quad (2)$$

*В представленной работе доказано, что свойство равномерной полной управляемости системы (1) является достаточным условием пропорциональной глобальной управляемости верхнего особого показателя  $\Omega^0(A + BU)$  соответствующей системы (2) на множестве  $\{\mu \in \mathbb{R} : |\mu| \leq \mu_0\}$  при каждом  $\mu_0 > 0$  (теорема 1), т.е. для каждого  $\mu_0 > 0$  существует число  $l = l(\mu_0) > 0$  такое, что для любого  $\mu \in \mathbb{R}, |\mu| \leq \mu_0$ , найдется измеримое и ограниченное управление  $U(t), t \dots 0$ , удовлетворяющее при всех  $t \dots 0$  оценке  $P|U(t)|P, |l|\mu|$  и гарантирующее для верхнего особого показателя  $\Omega^0(A + BU)$  системы (2) с  $U = U(\cdot)$  выполнение равенства  $\Omega^0(A + BU) = \Omega^0(A) + \mu$ , где  $\Omega^0(A)$  – верхний особый показатель системы (2) при  $U(t) \equiv 0$ . Отрицательность верхнего особого показателя для системы (2) с некоторым управлением  $U$  обеспечивает ее равномерную стабилизируемость (все решения системы (2) с управлением  $U$  будут стремиться к нулю при  $t \rightarrow +\infty$ ). В связи с этим на основании теоремы 1 в настоящей статье установлена также равномерная стабилизируемость системы (2) при условии наличия равномерной полной управляемости у соответствующей системы (1) (следствие 1).*

*Предложенный подход к решению задачи равномерной стабилизируемости двумерных систем (2) позволяет в дальнейшем распространить полученные результаты на случай линейных систем (2) произвольной размерности фазового пространства.*

**Ключевые слова:** *линейная управляемая система, равномерная полная управляемость, верхний особый (генеральный) показатель, равномерная стабилизируемость.*

## About the Sufficient Condition of Uniform Stabilizability of Two-Dimensional Linear Control Systems with Locally Integrable Coefficients

**I.V. Ints, A.A. Kozlov**

*Educational Establishment «Polotsk State University»*

*In this paper we consider a two-dimensional linear control system with a locally integrable and integrally bounded coefficients*

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad x \in \mathbb{R}^2, \quad u \in \mathbb{R}^m, \quad m \in \{1, 2\}, \quad t \dots 0. \quad (1)$$

*The control of the system (1) is constructed on the principle of a linear feedback  $u = U(t)x$  with measurable and bounded matrix function  $U(t), t \dots 0$ . As a result of the lookup of the selected control in the initial system we get a homogeneous closed-loop system with coefficients from the same class, as in (1)*

$$\dot{x} = (A(t) + B(t)U(t))x, \quad x \in \mathbb{R}^2, \quad t \dots 0, \quad (2)$$

In the present work it is proved that the property of uniform full controllability of system (1) is a sufficient condition proportional global controllability of upper general Bohl exponent  $\Omega^0(A + BU)$  of the corresponding system (2) on the set  $\{\mu \in \mathbb{R} : |\mu| \leq \mu_0\}$  in any  $\mu_0 > 0$  (theorem 1), i.e. for each  $\mu_0 > 0$  exists the number  $l = l(\mu_0) > 0$  such that for any  $\mu \in \mathbb{R}$ ,  $|\mu| \leq \mu_0$ , there are measurable and bounded control  $U(t), t \dots 0$ , satisfying for all  $t \dots 0$  inequality  $PU(t)P, l|\mu|$  and guarantees for upper general Bohl exponent  $\Omega^0(A + BU)$  of the system (2) with  $U = U(\cdot)$  the realization of the equality  $\Omega^0(A + BU) = \Omega^0(A) + \mu$ , where  $\Omega^0(A)$  – upper general Bohl exponent of the system (2) with  $U(t) \equiv 0$ . Negativity of the upper general Bohl exponent for system (2) with some control  $U$  provides uniform stabilizability (all solutions of system (2) with control  $U$  will tend to the zero when  $t \rightarrow +\infty$ ). In this regard, on the basis of theorem 1 in this article uniform stabilizability of the system (2) is established under condition of uniform full controllability of the corresponding system (1) (corollary 1).

The proposed approach to solving the problem of uniform stabilizability of two-dimensional systems (2) allows further dissemination of the obtained results onto the case of linear systems (2) of arbitrary dimension of the phase space.

**Key words:** linear control system, uniform full controllability, upper general Bohl exponent, uniform stabilizability.

**П**усть  $\mathbb{R}^n$  – вещественное евклидово векторное пространство размерности  $n$  с нормой  $\|x\|_P = \sqrt{x^T x}$  (здесь символ  $T$  означает операцию транспонирования вектора). Обозначим через  $M_{mn}$  пространство вещественных матриц размерности  $m \times n$  со спектральной (операторной) нормой  $\|P\|_P = \max_{\|x\|_P=1} \|Px\|_P$ , т.е. нормой, индуцируемой на  $M_{mn}$  евклидовыми нормами в пространствах  $\mathbb{R}^n$  и  $\mathbb{R}^m$ . Положим  $M_{nn} := M_n$  и обозначим через  $E$  единичную матрицу пространства  $M_n$ .

Рассмотрим линейную нестационарную управляемую систему

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad u \in \mathbb{R}^m, \quad t \dots 0, \quad (1)$$

с локально интегрируемыми по Лебегу и интегрально ограниченными матричными коэффициентами  $A$  и  $B$ . Свойство интегральной ограниченности матричных функций  $A(\cdot)$  и  $B(\cdot)$  означает [1, с. 252], что при любом  $t \dots 0$  для норм этих функций имеют место неравенства

$$\int_t^{t+1} \|PA(\tau)P\| d\tau < +\infty, \quad \int_t^{t+1} \|PB(\tau)P\| d\tau < +\infty.$$

Выберем управление  $u$  для системы (1) в виде обратной связи, линейной по фазовым переменным,

$$u = U(t)x, \quad (2)$$

где  $U$  – некоторая измеримая и ограниченная  $(m \times n)$ -матрица. Подставив выбранное управление в систему (1), получим замкнутую однородную систему

$$\dot{x} = (A(t) + B(t)U(t))x, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t \dots 0, \quad (3)$$

матрица коэффициентов которой будет также являться локально интегрируемой и интегрально ограниченной матричной функцией.

Прежде чем перейти к формулировке основных результатов настоящей работы, напомним некоторые необходимые нам в дальнейшем сведения из теории характеристических показателей Ляпунова (см. напр., [1; 2]) и теории управления асимптотическими инвариантами линейных дифференциальных систем [3]. Для этого рассмотрим систему (1) с нулевым управлением, т.е. линейную однородную систему обыкновенных дифференциальных уравнений с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами

$$\dot{x} = A(t)x, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t \dots 0. \quad (4)$$

**Определение 1** [4]. Верхним равномерным показателем Боля  $\bar{\beta}[x]$  произвольного нетривиального решения  $x = x(t), t \dots 0$ , линейной однородной системы (4) называется число

$$\bar{\beta}[x] = \overline{\lim}_{t \rightarrow +\infty} \frac{1}{t-s} \ln \frac{\|x(t)\|}{\|x(s)\|}.$$

**Определение 2** [3, с. 299; 5]. Система (3) называется равномерно стабилизируемой, если для каждого  $\alpha > 0$  найдется такое измеримое и ограниченное управление  $U : [0, +\infty) \rightarrow M_{mn}$ , что верхний равномерный показатель Боля  $\bar{\beta}[x]$  всякого нетривиального решения  $x = x_U(t), t \dots 0$ , системы (3) с этим управлением  $U = U(\cdot)$  удовлетворяет неравенству  $\bar{\beta}[x] < -\alpha$ .

**Определение 3** [4; 6]. *Верхним особым (генеральным) показателем  $\Omega^0(A)$  системы (4) называется число*

$$\Omega^0(A) := \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} \sup_k \ln P X((k+1)T, kT) P, \quad (5)$$

где  $X(t, s)$  – матрица Коши этой системы.

**З а м е ч а н и е 1.** Верхний равномерный показатель Боля  $\bar{\beta}[x]$  и верхний особый (генеральный) показатель  $\Omega^0(A)$  являются (так же, как и характеристические показатели Ляпунова) представителями множества асимптотических инвариантов (см. напр., [2; 3, с. 29–80] линейной системы (4). Все они описывают качественное поведение решений этой системы при  $t \rightarrow +\infty$ . Так, например, отрицательность верхнего особого (генерального) показателя  $\Omega^0(A)$  системы (4) указывает на ее равномерную (относительно начального момента времени) асимптотическую (экспоненциальную) устойчивость [3, с. 61]. Кроме того, известно [7], что верхний особый показатель системы (4) ограничивает сверху верхние равномерные показатели Боля всех нетривиальных решений этой системы, поэтому на основании определения 2 отрицательность верхнего особого (генерального) показателя  $\Omega^0(A)$  системы (3) с некоторым выбранным управлением  $u$  обеспечивает равномерную стабилизируемость этой системы.

При изучении вопроса о равномерной стабилизируемости системы (3) в дальнейшем будем придерживаться подхода представителей ижевской и минской математических школ, предполагающего выполнение для системы (1) условия равномерной полной управляемости.

**Определение 4** [5; 8]. *Система (1) называется равномерно вполне управляемой, если существуют такие числа  $\sigma > 0$  и  $\gamma > 0$ , что при любых  $t_0 \dots 0$  и  $x_0 \in \mathbb{R}^n$  на отрезке  $[t_0, t_0 + \sigma]$  найдется измеримое и ограниченное управление  $u$ , при всех  $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$  удовлетворяющее неравенству  $P u(t) P$ ,  $\gamma P x_0 P$  и переводящее вектор начального состояния  $x(t_0) = x_0$  системы (1) в ноль на этом отрезке.*

На основании такого подхода Е.К. Макаровым и С.Н. Поповой была установлена [9; 3, с. 297–299] равномерная стабилизируемость системы (3) с кусочно-непрерывными и ограниченными коэффициентами в случае интегрируемости с квадратом и кусочной равномерной непрерывности [3, с. 264–265] матрицы  $B$ . Позднее для таких систем В.А. Зайцевым был получен аналогичный результат [10], но уже без дополнительного предположения кусочной равномерной непрерывности матрицы  $B$ , который в дальнейшем им же был обобщен и на системы (3) с кусочно-непрерывными и ограниченными коэффициентами и наблюдателем [11]. Эти результаты явились следствием наличия у системы (3) свойства глобальной управляемости ее верхнего особого (генерального) показателя (при условии равномерной полной управляемости соответствующей системы (1)).

**Определение 5** [3, с. 297; 9]. *Верхний особый (генеральный) показатель системы (3) пропорционально глобально управляем на множестве  $\{\mu \in \mathbb{R} : |\mu| \leq \mu_0\}$  при каждом  $\mu_0 > 0$ , если для каждого  $\mu_0 > 0$  существует  $l = l(\mu_0) > 0$  такое, что для любого  $\mu \in \mathbb{R}$ ,  $|\mu| \leq \mu_0$ , найдется измеримое и ограниченное управление  $U_\mu : [0, +\infty) \rightarrow M_{mn}$ , удовлетворяющее при всех  $t \dots 0$  оценке  $P U_\mu(t) P$ ,  $l|\mu|$  и гарантирующее для верхнего особого показателя  $\Omega^0(A + B U_\mu)$  системы (3)  $U = U_\mu(\cdot)$  выполнение равенства  $\Omega^0(A + B U_\mu) = \Omega^0(A) + \mu$ .*

В данной работе нами получено обобщение вышеуказанных результатов на двумерные системы (3) с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами, т.е. установлена пропорциональная глобальная управляемость верхнего особого (генерального) показателя  $\Omega^0(A)$  и, как следствие, равномерная стабилизируемость двумерной системы (3) с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами при условии наличия свойства равномерной полной управляемости  $u$  соответствующей ей системы (1).

**Материал и методы.** Введем ряд необходимых далее соглашений и обозначений. В соответствии с объявленными результатами данной работы всюду ниже полагаем  $n = 2$  и  $m \in \{1, 2\}$ .

**З а м е ч а н и е 2.** Заметим, что если  $m = 1$ , то  $B(t) \equiv b(t) \in \mathbb{R}^2$  для всех  $t \dots 0$ . В этом случае, полагая  $u = e_1^T v$ , где  $v$  – новое управление, от системы (1) перейдем к системе

$$\dot{x} = A(t)x + B_1(t)v, \quad x \in \mathbb{R}^2, \quad v \in \mathbb{R}^2, \quad t \dots 0,$$

в которой  $B_1(t) := [b(t), 0] \in M_2$ . Очевидно, что полученная система равномерно вполне управляема тогда и только тогда, когда этим свойством обладает система (1) с той же константой  $\sigma$  из определения равномерной полной управляемости. Поэтому, не ограничивая общности рассуждений, в дальнейшем будем рассматривать систему (1), считая  $B : [0, +\infty) \rightarrow M_2$  или, что то же самое,  $m = 2$ .

Пусть  $R_2 \subset M_2$  – множество всех верхнетреугольных  $(2 \times 2)$ -матриц с положительными диагональными элементами. Тогда для произвольных чисел  $r > 0$  и  $0 < \rho \leq 1$  через  $R_2(r, \rho)$  обозначим множество матриц  $R_2(r, \rho) := \{H \in R_2 \mid PH - EP, r, \det H \dots \rho\}$ . Пусть  $X_U(t, s) \in M_n$ ,  $t, s \dots 0$ , – матрица Коши системы (3) с управлением  $U$ ;  $X(t, s) := X_0(t, s)$ ,  $t, s \dots 0$ , – матрица Коши этой же системы с нулевым управлением (или, что то же самое, системы (4)).

В [12] нами была доказана следующая

**Лемма 1.** Пусть  $n = 2$ ,  $m \in \{1, 2\}$ . Если система (1)  $\sigma$ -равномерно вполне управляема, то при любых числах  $r \dots 1$  и  $0 < \rho \leq 1$  существует такая величина  $\theta(r, \rho) > 0$ , при которой для каждого  $k \in \mathbb{N}$  найдутся ортогональные матрицы  $F_k = F([2(k-1)\sigma, 2k\sigma]; r, \rho) \in M_2$  такие, что, какова бы ни была последовательность матриц  $\{H_k\}_{k \in \mathbb{N}} \in R_2(r, \rho)$ , существует измеримое и ограниченное управление  $U = U(t)$ ,  $t \in [0, +\infty)$ , удовлетворяющее при всех  $k \in \mathbb{N}$  и  $t \in [2(k-1)\sigma, 2k\sigma]$  оценке  $PU(t)P, \theta(r, \rho)PH_k - EP$ , при котором для всякого  $k \in \mathbb{N}$  выполняются равенства  $X_U(2k\sigma, 2(k-1)\sigma) = X(2k\sigma, 2(k-1)\sigma)F_kH_kF_k^{-1}$ .

**З а м е ч а н и е 3.** В [12] при формулировке леммы 1 (см. следствие 1 этой статьи) оценка на норму управления не приводится. Указанная здесь оценка взята из доказательства этого следствия.

**З а м е ч а н и е 4.** Последнее равенство в формулировке леммы 1 означает пропорциональную равномерную глобальную квазидостижимость системы (3) – более сильное свойство по сравнению с условием равномерной глобальной квазидостижимости, введенном в [13].

**Определение 6.** Система (3) обладает свойством:

1) пропорциональной  $\vartheta$ -равномерной глобальной квазидостижимости относительно неограниченного множества  $U \subset M_2$ , если для любых  $r \dots 1$  и  $0 < \rho \leq 1$  существует такая величина  $\theta = \theta(r, \rho) > 0$ , что для всякого  $t_0 \dots 0$  найдется ортогональная матрица  $F = F(t_0, r, \rho) \in M_2$ , при которой для произвольной матрицы  $H \in R_2(r, \rho)$  существует измеримое и ограниченное управление  $U : [t_0, t_0 + \vartheta] \rightarrow U$ , удовлетворяющее при всех  $t \in [t_0, t_0 + \vartheta]$  оценке  $PU(t)P, \theta(r, \rho)PH - EP$  и гарантирующее для матрицы Коши  $X_U(t, s)$  системы (3) выполнение равенства  $X_U(t_0 + \vartheta, t_0) = X(t_0 + \vartheta, t_0)FHF^{-1}$ ;

2) пропорциональной  $\vartheta$ -равномерной глобальной квазидостижимости, если она пропорционально  $\vartheta$ -равномерно глобально квазидостижима относительно множества  $U = M_2$ ;

3) пропорциональной равномерной глобальной квазидостижимости, если она пропорционально  $\vartheta$ -равномерно глобально квазидостижима при некотором  $\vartheta > 0$ .

**Теорема 1.** Пусть  $n = 2$ ,  $m \in \{1, 2\}$ . Если система (1) с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами  $\sigma$ -равномерно вполне управляема, то верхний особый показатель системы (3) пропорционально глобально управляем на множестве  $\{\mu \in \mathbb{R} : |\mu| \leq \mu_0\}$  при каждом  $\mu_0 > 0$ .

**З а м е ч а н и е 5.** Доказательство теоремы 1 будем проводить в соответствии с подходом, описанным в работах [3, с. 297–299; 9].

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Пусть дана  $\sigma$ -равномерно вполне управляемая система (1). Положим  $\vartheta := 2\sigma$ . Зафиксируем произвольное число  $\mu_0 > 0$ . Функция  $\mu \rightarrow e^{\mu\vartheta} - 1$  является выпуклой при любом

$\mu \in \mathbb{R}$ , следовательно, для каждого  $\mu \in [0, \mu_0]$  справедливы соотношения

$$|e^{\mu\vartheta} - 1| = e^{\mu\vartheta} - 1, \quad \frac{\mu}{\mu_0}(e^{\mu_0\vartheta} - 1) = \frac{e^{\mu\vartheta} - 1}{\mu_0} |\mu|. \quad (6)$$

При всяком  $\mu \in [-\mu_0, 0]$  также выполняется оценка сверху

$$|e^{\mu\vartheta} - 1| = 1 - e^{\mu\vartheta}, \quad -\mu\vartheta = \vartheta |\mu|. \quad (7)$$

Из соотношения  $e^{\mu_0\vartheta} \dots 1 + \mu_0\vartheta$ , верного в силу неравенств  $\mu_0 > 0$  и  $\vartheta > 0$ , следует оценка  $\vartheta \leq \frac{e^{\mu_0\vartheta} - 1}{\mu_0}$ .

Тогда отсюда и из формул (6) и (7) вытекает справедливая при любом  $\mu \in [-\mu_0, \mu_0]$  оценка сверху

$$|e^{\mu\vartheta} - 1| \leq \frac{e^{\mu_0\vartheta} - 1}{\mu_0} |\mu|. \quad (8)$$

Зафиксируем произвольное число  $\mu \in [-\mu_0, \mu_0]$ . Положим  $H_\mu := e^{\mu\vartheta} \cdot E \in M_2$ . Очевидно, что  $H_\mu$  – верхнетреугольная  $(2 \times 2)$ -матрица с положительными диагональными элементами, причем, ввиду оценок (8) и определения величины  $\vartheta$ , для нее выполняются соотношения

$$\begin{aligned} P H_\mu - E P &= |e^{\mu\vartheta} - 1| \mu \leq \frac{e^{\mu_0\vartheta} - 1}{\mu_0} |\mu| \mu, \quad e^{\mu_0\vartheta} - 1 = e^{2\mu_0\sigma} - 1, \\ \det H_\mu &= e^{2\mu\vartheta} \cdot \det E = e^{2\mu\vartheta} \dots e^{-2\mu_0\vartheta} = e^{-4\mu_0\sigma}, \end{aligned}$$

означающие включение  $H_\mu \in \mathbb{R}_2(r, \rho)$  при  $r := e^{2\mu_0\sigma} - 1$  и  $\rho := e^{-4\mu_0\sigma}$ .

Так как система (1)  $\sigma$ -равномерно вполне управляема, то, ввиду последнего включения, на основании леммы 1 найдем ортогональные матрицы  $F_k = F(2(k-1)\sigma, 2k\sigma; r, \rho) \in M_2$  и измеримое и ограниченное управление  $U = U(t)$ ,  $t \in [0, +\infty)$ , удовлетворяющее при всех  $k \in \mathbb{N}$  и  $t \in [2(k-1)\sigma, 2k\sigma]$  оценке  $P U(t) P$ ,  $\theta(r, \rho) P H_\mu - E P$ , что выполняются равенства

$$X_U(2k\sigma, 2(k-1)\sigma) = X(2k\sigma, 2(k-1)\sigma) F_k H_\mu F_k^{-1} = e^{\mu\vartheta} \cdot X(k\vartheta, (k-1)\vartheta), \quad k \in \mathbb{N},$$

и, значит,  $X_U(k\vartheta, (k-1)\vartheta) = e^{\mu\vartheta} \cdot X(k\vartheta, (k-1)\vartheta)$ ,  $k \in \mathbb{N}$ ,

причем величина  $\theta(r, \rho)$  зависит только от  $r$  и  $\rho$ , а, значит, ввиду определения двух последних величин, только от  $\mu_0$ . Тогда отсюда, из формулы (8) и определения величины  $\vartheta$ , для нормы управления  $U = U(t)$  при всех  $t \geq 0$  имеем оценку сверху

$$P U(t) P, \quad \theta P H_\mu - E P = \theta |e^{\mu\vartheta} - 1| \mu \leq \theta(\mu_0) \cdot \frac{e^{2\mu_0\sigma} - 1}{\mu_0} \cdot |\mu| =: l \cdot |\mu|.$$

Пользуясь формулой (5), вычислим верхний особый показатель  $\Omega^0(A + BU)$  системы (3) с выбранным управлением  $U = U(t)$ . Возьмем последовательность моментов времени  $T_j = j\vartheta$ ,  $j \in \mathbb{N}$ . Тогда справедливы равенства

$$\begin{aligned} \Omega^0(A + BU) &= \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} \sup_k \ln P X_U((k+1)T, kT) P = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{1}{j\vartheta} \sup_k \ln P X_U((k+1)T_j, kT_j) P = \\ &= \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{1}{j\vartheta} \sup_k \ln P X_U((k+1)T_j, kT_j) P = \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{1}{j\vartheta} \sup_k \ln P X_U((k+1)j\vartheta, kj\vartheta) P = \\ &= \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{1}{j\vartheta} \sup_k \ln (P X((k+1)j\vartheta, kj\vartheta) P e^{\mu j\vartheta}) = \\ &= \lim_{j \rightarrow \infty} \frac{1}{j\vartheta} \sup_k (\mu j\vartheta + \ln P X((k+1)j\vartheta, kj\vartheta) P) = \mu + \Omega^0(A), \end{aligned}$$

устанавливающие в силу произвольности выбора  $\mu_0 > 0$  пропорциональную глобальную управляемость

верхнего особого показателя системы (3) на множестве  $\{\mu \in \mathbb{R} : |\mu| \leq \mu_0\}$ . Теорема 1 доказана.

Из замечания 1 и теоремы 1 следует, что если выполнены условия последней теоремы, то систему (3) выбором матричного управления  $U(\cdot)$  можно сделать равномерно (относительно начального момента времени) асимптотически (экспоненциально) устойчивой. Таким образом, из замечания 1 и теоремы 1 вытекает достаточное условие равномерной стабилизируемости двумерной линейной системы (3) с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами:

**Следствие 1.** Пусть  $n = 2$ ,  $m \in \{1, 2\}$ . Если система (1) с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами равномерно вполне управляема, то система (3) равномерно стабилизируема.

**Заключение.** В работе представлено решение задачи равномерной стабилизируемости двумерной линейной системы (3) с локально интегрируемыми и интегрально ограниченными коэффициентами при условии равномерной полной управляемости соответствующей системы (1). Предложенный подход к решению этой задачи позволяет в дальнейшем распространить полученные здесь результаты на случай линейных систем (3) произвольной размерности фазового пространства.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Ф13М-055).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Былов, Б.Ф. Теория показателей Ляпунова и ее приложения к вопросам устойчивости / Б.Ф. Былов, Р.Э. Виноград, Д.М. Гробман, В.В. Немыцкий. – М.: Наука, 1966. – 576 с.
2. Изобов, Н.А. Введение в теорию показателей Ляпунова / Н.А. Изобов. – Минск: Изд-во БГУ, 2006. – 320 с.
3. Макаров, Е.К. Управление асимптотических инвариантов нестационарных линейных систем / Е.К. Макаров, С.Н. Попова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 407 с.
4. Bohl, P. Über Differentialgleichungen / P. Bohl // Journal für die reine und angewandte Mathematik. – 1913. – Bd. 144. – S. 284–318.
5. Тонков, Е.Л. Критерий равномерной управляемости и стабилизация линейной рекуррентной системы / Е.Л. Тонков // Дифференц. уравнения. – 1979. – Т. 15, № 10. – С. 1804–1813.
6. Персидский, К.П. Об устойчивости движения по первому приближению / К.П. Персидский // Матем. сборник. – 1933. – Т. 40, № 3. – С. 284–292.
7. Vinograd, R.E. Simultaneous attainability of central Lyapunov and Bohl exponents for ODE linear systems / R.E. Vinograd // Proceedings of the American Mathematical Society. – 1983. – Vol. 88, № 4. – P. 595–601.
8. Kalman, R.E. Contribution to the theory of optimal control / R.E. Kalman // Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana. – 1960. – Vol. 5, № 1. – P. 102–119.
9. Макаров, Е.К. О глобальной управляемости центральных показателей линейных систем / Е.К. Макаров, С.Н. Попова // Изв. вузов. Математика. – 1999. – № 2(441). – С. 60–67.
10. Зайцев, В.А. Об управлении показателями Ляпунова и  $\lambda$ -приводимости / В.А. Зайцев // Вестн. Удмурт. ун-та. – 2000. – № 1. – С. 35–44.
11. Зайцев, В.А. Ляпуновская приводимость и стабилизация нестационарных систем с наблюдателем / В.А. Зайцев // Дифференц. уравнения. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 432–442.
12. Козлов, А.А. О глобальной ляпуновской приводимости двумерных линейных систем с локально интегрируемыми коэффициентами / А.А. Козлов, И.В. Инц // Дифференц. уравнения. – 2016. – Т. 52, № 6. – С. 720–742.
13. Козлов, А.А. О достаточном условии глобальной скаляризуемости линейных управляемых систем с локально интегрируемыми коэффициентами / А.А. Козлов // Вестн. Удмурт. ун-та. Математика. Механика. Компьютерные науки. – 2016. – Т. 26, № 2. – С. 221–230.

#### REFERENCES

1. Bylov B.F., Vinograd R.E., Grobman D.M., Nemytski V.V. *Teoriya pokazatelei Liapunova i yeyo prilozheniya k voprosam ustoychivosti* [Theory of Liapunov Indicators and its Appendices to the Issues of Stability], M., Nauka, 1966, 576 p.
2. Izobov N.A. *Vvedeniye v teoriyu pokazatelei Liapunova* [Introduction into Liapunov Theory of Indicators], Mn., Izd-vo BGU, 2006, 320 p.
3. Makarov E.K., Popova S.N. *Upravliyemost asimptoticheskikh invariantov nestatsionarnikh lineinikh sistem* [Management of Asymptotic Invariants of Non-Stationary Linear Systems], Minsk, Belarus. Navuka, 2012, 407 p.
4. Bohl P. Über Differentialgleichungen / P. Bohl // Journal für die reine und angewandte Mathematik. – 1913. – Bd. 144. – S. 284–318.
5. Tonkov E.L. *Differentsialniye uravneniya* [Differential Equations], 1979, 15(10), pp. 1804–1813.
6. Persidski K.P. *Matem. sbornik* [Mathematical Collection], 1933, 40(3), pp. 284–292.
7. Vinograd, R.E. Simultaneous attainability of central Lyapunov and Bohl exponents for ODE linear systems / R.E. Vinograd // Proceedings of the American Mathematical Society. – 1983. – Vol. 88, № 4. – P. 595–601.
8. Kalman R.E. Contribution to the theory of optimal control / R.E. Kalman // Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana. – 1960. – Vol. 5, № 1. – P. 102–119.
9. Makarov E.K., Popova S.N. *Izvestiya vuzov. Matematika* [Journal of Universities. Mathematics], 1999, 2(441), pp. 60–67.
10. Zaitsev V.A. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* [Newsletter of Udmurt University], 2000, 1, pp. 35–44.
11. Zaitsev V.A. *Differentsialniye uravneniya* [Differential Equations], 2010, 46(3), pp. 432–442.
12. Kozlov A.A., Ints I.V. *Differentsialniye uravneniya* [Differential Equations], 2016, 52(6), pp. 720–742.
13. Kozlov A.A. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Matematika. Mekhanika. Komp'yuternye nauki* [Newsletter of Udmurt University. Mathematics. Mechanics. Computer Sciences], 2016, 26(2), pp. 221–230.

Поступила в редакцию 08.09.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: i.ints@mail.ru – Инц И.В.



# БІАЛОГІЯ

УДК 577.34:59

## Влияние предварительной гипобароадаптации на организм экспериментальных животных при их радиационном поражении

И.М. Прищепа, О.Н. Малах

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

*Известно, что гипоксия обладает перекрестным протекторным эффектом, однако практически отсутствуют сведения об использовании данного эффекта для снижения тяжести радиационного воздействия на организм.*

*Цель исследования – анализ динамики биохимических показателей крови крыс после предварительной гипобароадаптации при радиоактивном воздействии.*

**Материал и методы.** Эксперимент проведен на взрослых белых беспородных крысах массой 150–200 г. Гипобароадаптация осуществлялась в барокамере на высоте 6000 м над уровнем моря. В 1-й день длительность сеанса адаптации составляла 10 мин, на 2-й – 20, на 3-й – 30 мин, 4–5-й – перерыв, на 6-й – 10 мин, на 7-й – 20 мин, на 8-й – 30 мин. Экспериментальным радиоактивным воздействием было однократное гамма-облучение в дозе 1Гр (мощность облучения 3,24 Гр в час) при помощи установки «Агат-Р». У животных проводили лабораторное исследование (биохимический и гематологический анализ крови).

**Результаты и их обсуждение.** Было установлено, что при гипоксическом и радиоактивном воздействии активируется обратный транспорт холестерина и снижается активность прямого. Предварительный курс бароадаптации при радиоактивном воздействии вызывает достоверное повышение уровня общего белка на 9,3%, альбумина на 5,2% и активности щелочной фосфатазы в 1,5 раза в крови экспериментальных животных. Вместе с тем кислородная емкость крови после предварительного курса гипобароадаптации больше, так как на 2,1% были выше показатели средней концентрации гемоглобина, по сравнению с неадаптированными животными. Средний объем тромбоцита оставался в пределах нормы после предварительной адаптации к гипоксии. Предварительная адаптация к гипоксии приводит к изменению лейкоцитарной формулы, которое характеризуется понижением уровня лимфоцитов на 8% и повышением уровня гранулоцитов на 23,3%. Имела место тенденция к нормализации содержания моноцитов и лейкоцитов.

**Заключение.** Предварительная адаптация к гипобарической гипоксии снижает выраженность метаболических и гематологических изменений у крыс после радиационного воздействия, что достоверно отличается от таковых показателей у животных, подвергшихся радиационному воздействию без предварительной гипобароадаптации.

**Ключевые слова:** гипобарическая гипоксия, радиационное поражение, экспериментальные животные.

# Impact of Preliminary Hypobaroadaptation on Organisms of Experimental Radioactively Contaminated Animals

I.M. Prishchepa, O.N. Malakh

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

*Hypoxia is known to have cross project effect. However there are practically no data on applying this effect to reduce the severity of radioactive impact on the organism.*

*The purpose of the article is analysis of the dynamics of biochemical parameters of rat blood after preliminary hypobaroadaptation during radioactive impact.*

**Material and methods.** *The experiment was conducted on adult white non-breed 150–200 gram rats. Hypobaroadaptation was in a barocabinet at the height of 6000 meters above sea level. On the 1-st day the length of the adaptation session was 10 min, on the 2-nd – 20, on the 3-rd – 30 minutes, the 4–5-th was the break, on the 6-th – 10 min, on the 7-th – 20 min, on the 8-th – 30 min. Single Gamma radiation of 1Gr (radiation power was 3,24 Gr an hour) at «Agath-R» apparatus was the experimental radioactive impact. The animals were examined at the laboratory (biochemical and hematological blood analyses).*

**Findings and their discussion.** *It was found out that hypoxic and radioactive impacts activate reverse transport of cholesterol and reduce the activity of the direct one. A preliminary course of baroadaptation, with radioactive impact, causes reliable 9,3% increase in the level of general protein, 5,2% of albumin and 1,5 times of active alkaline phosphatase in the blood of experimental animals. At the same time, oxygen capacity of blood after a preliminary course of hypobaroadaptation is higher as the parameters of average concentration of hemoglobin is 2,1% higher compared to the non-adapted animals. The average level of thrombocyte remained within the norm after preliminary adaptation to hypoxia. Preliminary adaptation to hypoxia leads to changes in leukocyte formula which is characterized by 8% decrease in the level of lymphocytes and 23,3% increase in the level of granulocytes. A tendency of normalization of the content of monocytes and leucocytes took place.*

**Conclusion.** *Preliminary adaptation to hypobaric hypoxia decreases prominence of rats' metabolic and hematologic transformations after radioactive impact, which reliably differs from such parameters of animals treated with radioactive impact without preliminary hypobaroadaptation.*

**Key words:** *hypobaric hypoxia, radioactive contamination, experimental animals.*

Радиация играет огромную роль в развитии общества. Благодаря явлению радиоактивности был совершен существенный прорыв в области медицины, в различных отраслях промышленности, включая энергетику. Но одновременно с этим стали проявляться негативные стороны свойств радиоактивных элементов [1]. И чем больше становилось известно о действии радиации на человеческий организм и окружающую среду, тем противоречивее становились мнения о том, насколько большую роль должна играть радиация в различных сферах человеческой деятельности. В настоящее время накоплен большой объем знаний о последствиях облучения человека.

Является общепризнанным факт возможности защиты организма животных от действия ионизирующей радиации с помощью фармакохимических защитных средств [2]. Вместе с тем единого мнения нет в отношении возможности защиты от радиационного поражения организма человека.

В литературе имеются работы, в которых указывается на положительный эффект различных радиопротекторов при гамматерапии онкологических больных [3; 4]. Наряду с этим имеются публикации, в которых сообщается о полной неэффективности радиопротекторов в клинике [3]. В связи с этим возникает проблема поиска средств противолучевой защиты человека. В последнее время значительное внимание стало уделяться давно известному феномену, в свое время обеспечившему первое радиомодифицирующее действие, – кислородному эффекту. Проявляется значительное снижение биологического воздействия ионизирующего излучения под влиянием общей гипоксии [5; 6].

Таким образом, следует отметить протекторный эффект гипоксии при радиоактивном поражении организма, однако практически отсутствуют сведения о применении гипобарической гипоксии при данном воздействии. В связи с этим целью настоящего исследования был анализ динамики биохимических показателей крови крыс после предварительной гипобароадаптации при радиоактивном воздействии.

**Материал и методы.** Эксперимент проведен на взрослых белых беспородных крысах массой 150–200 г, которые были разделены на 4 группы: 1-я группа – контрольные животные; 2-я группа – опытные, адаптированные в течение 6 дней в барокамере на высоте 6000 м над уровнем моря к действию гипоксии; 3-я группа – подопытные животные, подвергшиеся радиоактивному воздействию;

4-я группа – подопытные, адаптированные в течение 6 дней в барокамере на высоте 6000 м над уровнем моря к действию гипоксии и на 7-й день подвергшиеся радиоактивному воздействию.

Гипобароадаптация осуществлялась в барокамере на высоте 6000 м над уровнем моря. В 1-й день длительность сеанса адаптации составляла 10 мин, на 2-й – 20, на 3-й – 30 мин, 4–5-й – перерыв, на 6-й – 10 мин, на 7-й – 20 мин, на 8-й – 30 мин.

Экспериментальным радиоактивным воздействием было однократное гамма-облучение в дозе 1Гр (мощность облучения 3,24 Гр в час) при помощи установки «Агат-Р».

У животных проводили лабораторное исследование (биохимический анализ крови), который включал следующие показатели: общий холестерин (ХС, ммоль/л), холестерин липопротеина высокой плотности (ХС-ЛПВП, ммоль/л), холестерин липопротеина низкой плотности (ХС-ЛПНП, ммоль/л), триглицериды (ТГ, ммоль/л), индекс атерогенности липидов (ИАЛ), общий белок (г/л), альбумин (г/л), аланинаминотрансфераза (АЛТ, Е/л), аспаратаминотрансфераза (АСТ, Е/л), гамма-глутаматаминотрансфераза (ГГТ, Е/л), щелочная фосфатаза (ЩФ, Е/л).

**Результаты и их обсуждение.** Радиоактивное воздействие (табл. 1) вызывало повышение ХС в сыворотке крови на 25,4% и ХС-ЛПНП по сравнению с аналогичным показателем у адаптированных крыс на высоте 6000 м ( $p < 0,01$ ). Содержание ХС-ЛПВП после радиоактивного воздействия было аналогично показателю у крыс, адаптированных к гипоксическому воздействию. Уровень ТГ у животных после радиоактивного воздействия понизился на 56% ( $p < 0,01$ ) по сравнению с группой, адаптированной к гипобарической гипоксии на высоте 6000 м.

Предварительная бароадаптация вызвала нормализацию уровня ХС сыворотки, уменьшая уровень ХС-ЛПНП на 35% и увеличивая на 41% ХС-ЛПВП. Следует отметить, что различия данного показателя между животными, прошедшими адаптацию к гипоксии, и крысами, подвергшимися радиоактивному воздействию, являются недостоверными. Таким образом, при гипоксическом и радиоактивном воздействии активируется обратный транспорт холестерина и снижается активность прямого. Предварительная гипобароадаптация при радиоактивном воздействии способствует нормализации уровня ХС.

Радиоактивное воздействие вызывало достоверное понижение уровня общего белка до  $61,7 \pm 1,52$  г/л (табл. 1). Вместе с тем одновременно происходило и достоверное понижение уровня альбумина на 18,6% и 4,6% по сравнению с аналогичным показателем в контроле и группой после курса гипобароадаптации на высоте 6000 м. Применение предварительной адаптации к гипоксическому воздействию при радиоактивном воздействии вызывало изменение показателей белоксинтетической функции печени (табл. 1). Отмечалась тенденция к понижению уровня общего белка на 3,5% и альбумина на 14% ( $p < 0,05$ ). Возможно, это связано с тем, что предварительная адаптация к гипоксии способствует сохранению структур, ответственных за биосинтез белка. Одновременно имела место тенденция к повышению показателя общего белка на 9,3% по сравнению с группой неадаптированных животных, что может быть связано с тем, что радиоактивное воздействие приводит к первичному усилению синтеза РНК, возможно, участвующих в синтезе белков внеклеточного матрикса и белков-ферментов, необходимых для репликации. Уровень альбумина в сыворотке крови после предварительной адаптации к гипоксии повысился на 5,2% по сравнению с неадаптированными животными.

Таблица 1

### Влияние адаптации к гипоксии и радиоактивного воздействия на липидный и белковый обмены

Показатель	Группа 1 (контроль) n=38	Группа 2 n=38	Группа 3 n=38	Группа 4 n=38
ХС, ммоль/л	1,75±0,06	1,22±0,07	1,53±0,05	1,68±0,07
ХС-ЛПВП, ммоль/л	0,75±0,02	0,88±0,06	0,88±0,05	1,06±0,08
ХС-ЛПНП, ммоль/л	0,8±0,06	0,02±0,002	0,34±0,04	0,28±0,05
Триглицериды, ммоль/л	0,3±0,01	1,18±0,13	0,67±0,06	0,77±0,04
ИАЛ	1,3±0,07	0,41±0,04	0,71±0,07	0,62±0,08
Белок общий (г/л)	69,9±0,6	66,14±0,6	61,7±1,52	67,44±1,86
Альбумин (г/л)	28,02±0,3	23,9±0,44	22,8±0,4	23,99±0,5

**Примечание.** Достоверность различий по соответствующим показателям между группами представлена в табл. 2.

Таблица 2

<b>Достоверность различий показателей липидного и белкового обменов</b>					
Достоверность различий показателей липидного обмена					
Группы	ХС	ХС-ЛПВП	ХС-ЛПНП	Триглицериды	ИАЛ
1–2	p<0,001	p<0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001
1–3	p<0,01	p<0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001
1–4	p>0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
2–3	p<0,01	p>0,05	p<0,001	p<0,01	p<0,01
2–4	p<0,001	p<0,05	p<0,001	p<0,01	p<0,05
3–4	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05
Достоверность различий показателей белкового обмена					
Группы	Общий белок			Альбумин	
1–2	p<0,05			p<0,05	
1–3	p<0,001			p<0,001	
1–4	p>0,05			p<0,01	
2–3	p<0,05			p>0,05	
2–4	p>0,05			p>0,05	
3–4	p<0,05			p>0,05	

Таким образом, предварительный курс бароадаптации при радиоактивном воздействии вызывает увеличение белоксинтетической функции печени.

Радиоактивное воздействие не вызвало достоверного повышения АЛТ по сравнению с контролем (табл. 3). Следует отметить, что активность данного показателя была выше по сравнению с группой адаптированных к гипоксии животных в 1,8 раза. Вместе с тем выявлено достоверное снижение активности АСТ в 1,2 раза и 1,5 раза по сравнению с контролем и животными, адаптированными к гипоксии соответственно. Уровень ферментов холестаза, а именно ГТТ и ЩФ, после радиоактивного воздействия повышается. Так, активность ГТТ достоверно увеличилась в 1,7 раза. При сравнении активности аналогичного показателя в группе животных после курса бароадаптации также было выявлено ее повышение. Одновременно происходило достоверное увеличение в 2,5 раза и 1,5 раза активности ЩФ по сравнению с контролем и группой крыс, адаптированных к гипоксии на высоте 6000 м. Отношение АЛТ к АСТ в сыворотке крови животных, прошедших предварительный курс гипобароадаптации, составило 1:2, т.е. выявлено преобладание активности АСТ. Аналогичное соотношение наблюдалось и в группе крыс, подвергшихся радиоактивному воздействию. В группе животных, прошедших предварительную адаптацию к гипоксии при радиоактивном поражении, отношение ГТТ к ЩФ составило 1:58. Данное отношение указывало на преобладание активности ЩФ. Характер поражения печени после радиоактивного воздействия соответствует цитолитической картине ее поражения (1,5). Для животных, прошедших предварительную гипобароадаптацию, степень цитолитического поражения печени была практически аналогичной (1,46). Влияние адаптации к гипоксии на высоте 6000 м и радиоактивного воздействия на показатели, характеризующие синдром цитолиза, сходны: повышение уровня АЛТ, но при этом содержание АСТ снижается.

Таблица 3

**Влияние адаптации к гипоксии и радиоактивного воздействия на динамику показателей, характеризующих синдром цитолиза и холестаза**

Показатель	Группа 1 (контроль) n=38	Группа 2 n=38	Группа 3 n=38	Группа 4 n=38
АСТ, Е/л	257,3±11	235,35±14,17	174,9±9,2	179,0±11,8
АЛТ, Е/л	68,6±1,6	131,91±18,98	72,85±7,09	87,3±10,6
ГТТ, Е/л	4,1±0,2	7,22±0,8	4,55±0,6	5,57±1,18
ЩФ, Е/л	181,7±9,9	454,4±27,1	295,33±40,6	348,7±35,8

**Примечание.** Достоверность различий по соответствующим показателям между группами представлена в табл. 4.

Таблица 4

**Достоверность различий показателей, характеризующих синдром цитолиза и холестаза**

Группы	АЛТ	АСТ	ГГТ	ЩФ
1–2	p<0,01	p>0,05	p<0,001	p<0,001
1–3	p>0,05	p<0,001	p>0,05	p<0,01
1–4	p<0,05	p<0,001	p>0,05	p<0,001
2–3	p<0,01	p<0,01	p<0,05	p<0,01
2–4	p<0,05	p<0,01	p>0,05	p<0,05
3–4	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Таблица 5

**Влияние адаптации к гипоксии и токсического воздействия на эритроциты крови крыс**

Показатель	Группа 1 (контроль) n=38	Группа 2 n=38	Группа 3 n=38	Группа 4 n=38
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	7,7±0,1	8,4±0,4	7,56±0,6	7,2±0,8
Среднеклеточный объем эритроцита, фл	46,9±0,4	44,42±0,72	45,66±1,25	43,8±1,01
Ширина распределения эритроцитов, %	15,5±0,2	18,02±0,62	16,8±0,3	15,5±0,8
Абсолютная ширина распределения эритроцитов, фл	34,6±0,4	37,83±1,12	38,19±1,3	34,8±0,8
Гематокрит, %	36,1±0,6	37,28±1,78	34,31±2,5	28,0±4,16
Концентрация гемоглобина, г/л	124,1±1,9	128,2±5,79	122,6±8,6	104,6±13,9
Среднеклеточный гемоглобин, пг	16,1±0,1	15,32±0,25	16,36±0,4	16,1±0,55
Средняя концентрация гемоглобина, г/л	343,9±0,9	345±2,6	358,8±2,98	367,3±6,74

**Примечание.** Достоверность различий по соответствующим показателям между группами представлена в табл. 6.

Таблица 6

**Достоверность различий изменений эритроцитов в крови животных**

Показатель	Группы					
	1–2	1–3	1–4	2–3	2–4	3–4
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05
Среднеклеточный объем эритроцита, фл	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p>0,05	p>0,05	p>0,05
Ширина распределения эритроцитов, %	p<0,001	p<0,001	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05
Абсолютная ширина распределения эритроцитов, фл	p<0,01	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p<0,05
Гематокрит, %	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05
Концентрация гемоглобина, г/л	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05
Среднеклеточный гемоглобин, пг	p<0,01	p>0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05
Средняя концентрация гемоглобина, г/л	p>0,05	p<0,001	p<0,01	p<0,01	p<0,001	p>0,05

Радиоактивное воздействие не вызывало достоверных значительных изменений содержания эритроцитов в крови по сравнению с контролем и группой животных, прошедших курс бароадаптации (табл. 5). Одновременно произошло статистически достоверное уменьшение среднеклеточного

объема эритроцита до  $45,66 \pm 1,25$  фл, что было ниже показателя контрольной группы на 3%, а адаптированных к воздействию гипоксии крыс на высоте 6000 м на 2,8% соответственно. Вместе с тем показатель ширины распределения эритроцитов был выше по сравнению с контрольными животными и крысами, прошедшими курс бароадаптации, соответственно на 8,4% и 6,7% (6000 м). Следует отметить, что показатель абсолютной ширины распределения эритроцитов возрос на 10,4%. Однако различия данного показателя у животных с радиоактивным поражением и крысами, адаптированными к гипоксии, недостоверны. Наряду с уменьшением средноклеточного объема эритроцита отмечен рост показателя средней концентрации гемоглобина.

Таким образом, при адаптации к гипоксии на высоте 6000 м и радиоактивном воздействии имеет место тенденция к повышению концентрации гемоглобина за счет увеличения количества эритроцитов.

Влияние предварительной адаптации к гипоксии при радиоактивном воздействии на показатели эритроцитарного ряда показано в табл. 5. Предварительная бароадаптация при сравнении с неадаптированными животными не вызвала достоверных изменений таких показателей, как количество эритроцитов, средноклеточный объем эритроцита, абсолютная ширина распределения эритроцитов. Вместе с тем кислородная емкость крови после предварительного курса гипобароадаптации больше, так как на 2,1% были выше показатели средней концентрации гемоглобина, по сравнению с неадаптированными животными. Влияние адаптации к гипоксическому воздействию и радиационного поражения на изменения тромбоцитов крови отражено в табл. 7. Количество тромбоцитов после радиационного воздействия колебалось в пределах  $324,8 \cdot 10^9/\text{л}$  –  $473,2 \cdot 10^9/\text{л}$ , что было выше, чем в контроле, и после курса бароадаптации на высоте 6000 м. У животных третьей группы не было резко выраженного увеличения среднего объема тромбоцита по сравнению с контролем. Различия показателей – ширина распределения тромбоцитов, компонентный объем тромбоцита и процентное содержание больших тромбоцитов – не были достоверны при сравнении с аналогичными показателями у животных, адаптированных к воздействию гипоксии.

Таким образом, влияние адаптации к гипоксии и радиационного воздействия на показатели тромбоцитарного ряда незначительно.

Изменения показателей тромбоцитарного ряда после предварительной адаптации к гипоксии при радиационном воздействии представлены в табл. 7. Применение предварительной гипобароадаптации привело к понижению количества тромбоцитов на 47,5%, что способствовало снижению компонентного объема тромбоцита на 44% (выявлена высокая степень корреляции между данными показателями,  $r=+0,99$   $p<0,05$ ). Вместе с тем средний объем тромбоцита оставался в пределах нормы после предварительной адаптации к гипоксии. Колебания величин таких показателей, как средний объем тромбоцита и ширина распределения тромбоцитов, у предварительно адаптированных животных при сравнении с неадаптированными не являются достоверными.

Таблица 7

**Влияние адаптации к гипоксии и радиоактивного воздействия на тромбоциты крови крыс**

Показатель	Группа 1 (контроль) n=38	Группа 2 n=38	Группа 3 n=38	Группа 4 n=38
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	$363,9 \pm 38,9$	$397,4 \pm 69,9$	$399 \pm 74,2$	$172,9 \pm 57,3$
Средний объем тромбоцита, фл	$6,97 \pm 0,03$	$6,71 \pm 0,06$	$6,61 \pm 0,05$	$6,4 \pm 0,2$
Ширина распределения тромбоцитов, фл	$9,45 \pm 0,07$	$9,05 \pm 0,16$	$8,81 \pm 0,08$	$8,8 \pm 0,31$
Компонентный объем тромбоцита, %	$0,25 \pm 0,03$	$0,26 \pm 0,05$	$0,26 \pm 0,05$	$0,11 \pm 0,02$
Большие тромбоциты, %	$11,2 \pm 0,2$	$9,65 \pm 0,45$	$10,4 \pm 0,47$	$8,4 \pm 0,63$

**Примечание.** Достоверность различий по соответствующим показателям между группами представлена в табл. 8.

Таблица 8

**Достоверность различий изменений тромбоцитов в крови животных**

Показатель	Группы					
	1–2	1–3	1–4	2–3	2–4	3–4
Тромбоциты, $10^9/л$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,01$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p<0,05$
Средний объем тромбоцита, фл	$p<0,001$	$p<0,001$	$p<0,01$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$
Ширина распределения тромбоцитов, фл	$p<0,05$	$p<0,001$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$
Компонентный объем тромбоцита, %	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,01$	$p>0,05$	$p<0,01$	$p<0,01$
Большие тромбоциты, %	$p<0,01$	$p<0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$

Таким образом, предварительная бароадаптация при радиационном воздействии приводит к снижению содержания тромбоцитов в крови и их компонентного объема.

Влияние адаптации к гипоксии на лейкоциты крови крыс отражено в табл. 9. У животных после радиационного воздействия не было выявлено достоверных различий показателей лейкоцитарной формулы с аналогичными показателями в контрольной группе. Таким образом, режим адаптации к гипоксии на высоте 6000 м приводит к увеличению содержания лейкоцитов, в отличие от радиационного воздействия данной дозы. Вместе с тем во всех случаях наблюдается сдвиг лейкоцитарной формулы в сторону относительного лимфоцитоза.

Таблица 9

**Влияние адаптации к гипоксии и радиоактивного воздействия на лейкоциты крови крыс**

Показатель	Группа 1 (контроль) n=38	Группа 2 n=38	Группа 3 n=38	Группа 4 n=38
Лейкоциты, $10^9/л$	$14,5\pm0,8$	$25,56\pm3,85$	$15,89\pm2,2$	$11\pm1,7$
Лимфоциты, $10^9/л$	$7,4\pm0,1$	$8,7\pm0,5$	$9,9\pm3,25$	$6,5\pm0,03$
Гранулоциты, $10^9/л$	$9\pm0,1$	$5,25\pm0,35$	$9,2\pm2,7$	$11,7\pm0,5$
Моноциты, $10^9/л$	$1,5\pm0,1$	$1,4\pm0,03$	$1,5\pm0,3$	$1,55\pm0,05$
Лимфоциты, %	$41,4\pm0,1$	$56,55\pm0,15$	$47,3\pm11,2$	$32,8\pm0,12$
Гранулоциты, %	$50,3\pm0,2$	$34,45\pm0,22$	$45,4\pm10,3$	$59,95\pm0,05$
Моноциты, %	$8,3\pm0,2$	$9\pm0,4$	$7,4\pm0,94$	$7,4\pm0,06$

**Примечание.** Достоверность различий по соответствующим показателям между группами представлена в табл. 10.

Таблица 10

**Достоверность различий изменений лейкоцитов в крови животных**

Показатель	Группы					
	1–2	1–3	1–4	2–3	2–4	3–4
Лейкоциты, $10^9/л$	$p<0,01$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p<0,01$	$p>0,05$
Лимфоциты, $10^9/л$	$p<0,05$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$
Гранулоциты, $10^9/л$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$
Моноциты, $10^9/л$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p>0,05$
Лимфоциты, %	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$
Гранулоциты, %	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$
Моноциты, %	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$	$p<0,001$	$p>0,05$

Влияние предварительной адаптации к гипоксии на лейкоциты крови крыс после радиоактивного воздействия отражено в табл. 9. Так, в крови крыс, предварительно адаптированных к гипоксии, а затем подвергшихся радиационному воздействию, не обнаружено статистически достоверное понижение уровня лейкоцитов по сравнению с контролем. Предварительная адапта-

ция к гипоксии приводит к изменению лейкоцитарной формулы, которое характеризуется понижением уровня лимфоцитов на 8% и повышением уровня гранулоцитов на 23,3%. Имела место тенденция к нормализации содержания моноцитов. Применение предварительной адаптации к гипоксии при радиационном воздействии приводит к снижению уровня лимфоцитов и моноцитов в отличие от неадаптированных животных. Отношение моноциты:гранулоциты:лимфоциты в группе животных, прошедших предварительную адаптацию к гипоксии, а затем подвергшихся радиационному воздействию, характеризовалось понижением содержания лимфоцитов и моноцитов, а также повышением уровня гранулоцитов и составило 1,4:1,3:1, в отличие от животных с радиоактивным поражением, где наблюдалось увеличение лимфоцитов и уменьшение гранулоцитов. Соотношение процентного содержания данных показателей (лимфоциты, гранулоциты, моноциты) составляет 4,4:8,1:1, а в контроле и группе животных после радиоактивного поражения – 4,99:6,1:1 и 6,4:6,1:1 соответственно.

Таким образом, предварительная гипобароадаптация при радиоактивном воздействии способствует нормализации уровня лейкоцитов в крови экспериментальных животных и вызывает сдвиг лейкоцитарной формулы в сторону повышения гранулоцитов и понижения лимфоцитов.

**Заключение.** Предварительная адаптация к гипобарической гипоксии снижает выраженность метаболических и гематологических изменений у крыс после радиационного воздействия, что достоверно отличается от таковых показателей у животных, подвергшихся радиационному воздействию без предварительной гипобароадаптации, и проявляется в нормализации уровня общего холестерина, увеличении белоксинтетической функции печени, а также повышении концентрации гемоглобина, нормализации уровня лейкоцитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лисичкин, В.А. Закат цивилизации, или Движение к ноосфере (экология с разных сторон) / В.А. Лисичкин. – М.: ИЦ-Гарант, 1997. – 352 с.
2. Пикалова, Л.В. Экспериментальное исследование цитопротективного действия мелатонина при радиационном воздействии / Л.В. Пикалова // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2011. – № 7. – С. 83–85. – Т. 152.
3. Стрелков, Р.Б. Прерывистая нормобарическая гипоксия в профилактике, лечении и реабилитации / Р.Б. Стрелков, А.Я. Чижов. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2001. – 400 с.
4. Скалецкий, Ю.М. Проблемы використання радіозахисних препаратів / Ю.М. Скалецкий // Довкілля та здоров'я. – 2010. – № 4. – С. 53–57.
5. Буйков, В.А. Динамика патопсихологических показателей соматоморфных расстройств у лиц, проживающих в радиационно загрязненных и чистых районах на Южном Урале, в процессе терапии методом адаптации к периодической гипобарической гипоксии / В.А. Буйков, И.А. Петуров, В.В. Колмогоров // Социальная и клиническая психиатрия. – 2005. – № 2. – С. 67–72.
6. Хайцев, Н.В. Влияние предварительной тренировки к гипоксии на уровень напряжения кислорода в опухоли при ионизирующем облучении / Н.В. Хайцев, А.П. Трашков // Педиатр. – 2012. – № 2. – С. 37–39.

#### REFERENCES

1. Lisichkin V.A. *Zakat tsivilizatsii ili dvizheniye k noosfere (ekologiya s raznykh storon)* [Civilization «Sunset» or Movement towards Noosphere (Ecology from Different Sides)], M., Its-Grant, 1997, 352 p.
2. Pikalova L.V. *Bulleten eksperimentalnoi biologii i meditsini* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine], 2011, 7(152), pp. 83–85.
3. Strelkov R.B., Tchizhov A.Ya. *Prerivistaya normobaricheskaya gipoksiya v profilaktike, lechenii i reabilitatsii* [Broken Normobaric Hypoxia in Prevention, Treatment and Rehabilitation], Yekaterinburg, Uralski rabochi, 2001, 400 p.
4. Skaletski Yu.M. *Dovkillia ta zdoroviya* [Environment and Health], 2010, 4, pp. 53–57.
5. Buikov V.A., Peturov I.A., Kolmogorov V.V. *Sotsialnaya i klinicheskaya psikiatriya* [Social and Clinic Psychiatry], 2005, 2, pp. 67–72.
6. Khaitsev N.V., Trashkov A.P. *Pediatr* [Pediatrician], 2012, 2, pp. 37–39.

Поступила в редакцию 13.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: malaholga1@gmail.com – Малах О.Н.

# Морфометрические параметры и зольность древесных и травянистых растений Гомельского региона как факторы их адаптации к техногенным условиям среды

Е.Г. Тюлькова

Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет  
потребительской кооперации»

*В данной работе рассматриваются механизмы адаптации древесных и травянистых растений к произрастанию в условиях техногенного влияния.*

*Цель статьи – исследование особенностей морфометрических параметров и зольности листовой пластинки наиболее распространенных представителей древесных растений и зольности травянистых растений, произрастающих на территориях Гомельского региона с различным уровнем техногенного влияния, для выявления адаптационной стратегии растений в условиях техногенного воздействия.*

**Материал и методы.** *Материал исследования – древесная и травянистая растительность техногенных и фоновых условий. Для определения длины и ширины листа использовали 20–25 неповрежденных максимально развитых листьев отдельно стоящих деревьев (не менее 3–5 в каждой точке) приблизительно одного возраста с высоты 1,5 м. Зольность выявляли методом сухого озольнения в муфельной печи (не менее трехкратной повторности для суммарных проб из данной точки наблюдений). Математическую обработку цифрового материала выполняли в Excel.*

**Результаты и их обсуждение.** *Установлено, что длина и ширина листьев березы повислой *Betula pendula*, тополя белого *Populus deltoides*, клена остролистного *Acer platanoides*, произрастающих на территории промышленных предприятий Гомельского региона, и величина их среднеквадратического отклонения достоверно меньше по сравнению с фоновыми условиями. В условиях влияния деятельности промышленных предприятий травянистые растения доминирующих по видовому и количественному разнообразию семейств накапливают зольные элементы в достоверно большем количестве по сравнению с парковыми и пригородными зонами. При этом представители семейства Астровые отличаются более высокой зольностью по сравнению с Бобовыми, а травянистые растения накапливают зольные элементы в целом в большем количестве, чем древесные.*

**Заключение.** *В условиях техногенного влияния на рост и формирование растения демонстрируют стратегию уменьшения параметров листовой пластинки и повышения величины ее зольности как механизм адаптации к условиям окружающей среды.*

**Ключевые слова:** *техногенное влияние, длина листа, ширина листа, береза повислая *Betula pendula*, тополь белый *Populus deltoides*, клен остролистный *Acer platanoides*, астровые *Asteraceae*, бобовые *Fabaceae*.*

# Morphometric Parameters and Ash-Content of Gomel Region Woody and Grassy Plants as Factors of their Adaptation to Environment Technogenic Conditions

E.G. Tyulkova

Educational Establishment «Belarusian Trade and Economic University of Consumer Cooperatives»

*In the article mechanisms of woody and grassy plant adaptation to growth in technogenic influence conditions are considered.*

*The research purpose is the study of leaf plate morphometric parameters and ash-content features of the most widespread representatives of woody plants and grassy plants ash-content growing in Gomel Region territories with technogenic influence of various levels for plants adaptation strategy identification in the technogenic impact conditions.*

**Material and methods.** *The research object is woody and grassy vegetation of technogenic and background conditions. To identify leaf length and width we used 20–25 intact most developed leaves of separate trees (at least 3–5 in each point) of about one age and height of 1,5 m. The ash-content was determined by the method of dry combustion in the muffle furnace (frequency – at least triple for total tests from the given point of observation). Mathematical handling of digital material was carried out in Excel.*

**Findings and their discussion.** *It is established that leaves length and width of *Betula pendula*, *Populus deltoides*, *Acer platanoides* growing in Gomel Region industrial conditions territory, and the size of their mean square deviation is reliably less in*

comparison with background conditions. In the industrial activities conditions grassy plants families dominating on a specific and quantitative variety accumulate cindery elements in authentically bigger quantity in comparison with park and residential territory. At the same time representatives of Asteraceae family differ in higher ash-content in comparison with Bean, and grassy plants accumulate cindery elements in bigger quantity, than woody.

**Conclusion.** In the technogenic influence conditions on growth and forming plants show the strategy of leaf plate parameters reduction and increase in of its ash-content as adaptation mechanism to environment conditions.

**Key words:** technogenic influence, leaf length, leaf width, *Betula pendula*, *Populus deltoides*, *Acer platanoides*, *Asteraceae*, *Fabaceae*.

Несмотря на актуальность химических и физических анализов, обеспечивающих получение базовой информации о концентрации различных токсикантов, биологическая оценка качества экосистем является актуальной задачей, поскольку она предоставляет возможность интегральной характеристики состояния окружающей среды.

В условиях техногенной среды у растений формируются адаптационные механизмы, которые важно исследовать для понимания стратегии растений выживать в экстремальных условиях. Такие механизмы могут проявляться в различных направлениях, которые в качестве биоиндикационных характеристик следует использовать комплексно. Так, перспективная комплексная характеристика состояния условий произрастания растений возможна путем оценки характера изменений морфометрических параметров листовой пластинки растений и величины ее зольности [1–4]. При этом в одних случаях отмечается, что морфологические изменения листа могут характеризоваться более удлиненной формой и достоверно более крупными размерами у представителей из урбанизированной среды по сравнению с фоновыми условиями, что является, вероятно, результатом стимулирующего действия отдельных химических элементов на рост и развитие листа [5]. Тогда как по результатам исследований других авторов установлены снижение величины площади листовой пластинки и максимальная асимметрия листа для этих же представителей именно в зоне промышленных комплексов и автомагистралей в отличие от фоновых условий [6]. Зольность растительности позволяет получить представление о степени техногенного загрязнения атмосферного воздуха, характеризуя газопоглощительную способность растений, и, следовательно, является ярким фитоиндикационным признаком загрязнения атмосферы, хотя при проведении исследований в конкретном регионе это не всегда подтверждается [7]. Причина таких разноплановых результатов может быть связана с различным уровнем техногенного влияния на территорию или различными климатическими условиями.

Цель статьи – исследование особенностей морфометрических параметров и зольности листовой пластинки наиболее распространенных представителей древесных растений и зольности травянистых растений, произрастающих на территориях Гомельского региона с различным уровнем техногенного влияния, для выявления адаптационной стратегии растений в условиях техногенного воздействия.

**Материал и методы.** В качестве материала для определения морфометрических параметров были выбраны листья ряда видов местных древесных растений: березы повислой *Betula pendula*, тополя белого *Populus deltoides*, клена остролистного *Acer platanoides*.

Пробы листьев отбирали на территориях промышленных предприятий Гомельского региона, различающихся спецификой промышленного производства и, соответственно, уровнем техногенного влияния на состояние атмосферного воздуха. Такими предприятиями явились «Белорусский газоперерабатывающий завод» (г. Речица), ОАО «СветлогорскХимволокно», ЗАО «Добрушский фарфоровый завод», Добрушская бумажная фабрика «Герой труда», ОАО «Гомельстекло», ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин). Фоновыми условиями были парковая зона и территория окрестностей города Гомеля, свободная от влияния промышленной деятельности и интенсивного транспорта.

Отбор проводили в течение вегетационного периода (июль–август 2016 г.) с отдельно стоящих деревьев (не менее 3–5 в каждой точке) приблизительно одного возраста с высоты 1,5 м. С каждого опытного дерева срывали по 20–25 неповрежденных максимально развитых листьев, у которых определяли длину, ширину листовой пластинки и величину среднеквадратического отклонения для данных параметров.

Для определения зольности травянистых растений были отобраны пробы доминирующих по видовому составу и количеству представителей виды. Зольность выявляли в пробах листьев древесных и травянистых растений, произрастающих на исследуемых территориях Гомельского региона. Далее отобранные образцы высушивали и методом сухого озоления в муфельной печи определяли содержание золы (не менее трехкратной повторности для суммарных проб из данной точки наблюдений). Математическую обработку цифрового материала выполняли в Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Поскольку на формирование параметров листовой пластинки растений оказывает влияние климатический фактор, в табл. 1 представлены данные по средней температуре воздуха и относительной влажности воздуха исследуемых территорий за март–сентябрь 2016 г.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что влияние средней температуры и относительной влажности воздуха на интенсивность развития и формирования растительности различается незначительно и исключает вероятность явиться причиной неодинаковых величин морфометрических параметров и зольности растений исследуемых территорий.

Таблица 1

### Средняя температура воздуха и относительная влажность воздуха по Гомельскому региону

Период	Исследуемые города							
	Гомель		Речица		Светлогорск		Добруш	
	средняя температура, °С	относительная влажность воздуха, %	средняя температура, °С	относительная влажность воздуха, %	средняя температура, °С	относительная влажность воздуха, %	средняя температура, °С	относительная влажность воздуха, %
март	+4	84	+5	79	+5	79	+5	83
апрель	+14	68	+13	68	+13	68	+14	67
май	+21	67	+22	67	+21	66	+20	70
июнь	+25	66	+25	64	+24	64	+25	62
июль	+27	67	+27	66	+26	66	+27	68
август	+26	62	+26	62	+25	63	+26	60
сентябрь	+19	71	+19	71	+18	72	+20	71

В табл. 2 представлены морфометрические параметры листьев древесных растений, произрастающих на территории промышленных предприятий Гомельского региона и в фоновых условиях. Как уже отмечалось, в качестве объектов для отбора проб листьев были выбраны представители, наиболее часто встречающиеся на исследуемых территориях.

Следует отметить, что изучаемые промышленные предприятия с учетом специфики их промышленного производства различаются по степени техногенного влияния на окружающую среду. Так, ОАО «Мозырский НПЗ» осуществляет производство автомобильных бензинов, вакуумную перегонку мазута и переработку тяжелых нефтяных остатков. Продуктами производства ОАО «Мозырский НПЗ» являются дизельное топливо, топливо печное бытовое, топочный мазут, бензины автомобильные, битумы нефтяные, углеводородные сжиженные топливные газы, вакуумные газойли, сера техническая, керосин экологически улучшенный, бензол нефтяной. Направления деятельности ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин) связаны со сталеплавленным, прокатным, трубным и метизным производством. Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» – одно из предприятий бумажной отрасли. В настоящее время ЗАО «Добрушский фарфоровый завод» является единственным изготовителем фарфоровой посуды в Республики Беларусь. ОАО «СветлогорскХимволокно» – одно из крупных многопрофильных предприятий нефтехимического комплекса Республики Беларусь. Здесь производится широкая номенклатура полиэфирных текстильных нитей, термостойких и углеродных материалов, полипропиленовой продукции, нетканых материалов. Основное и главное направление производства ОАО «Гомельстекло» – выпуск листового термополированного стекла большого формата, которое является необходимым компонентом для производства строительных светопрозрачных конструкций, изготовления стекол с покрытием, низкоэмиссионных и солнцезащитных стекол, автомобильного и безопасного стекла, изделий из стекла для мебели, стеклопакетов и многих других видов специального стекла.

Основные виды деятельности «Белорусского газоперерабатывающего завода» – переработкапутного нефтяного газа, переработка привозного сырья, производство электроэнергии. В качестве выпускаемой продукции выступают сжиженный углеводородный газ, газовый бензин, пропан технический, фракция нормального бутана и пентана, фракция изобутановая и изопентановая, отбензиненный газ, электрическая энергия.

Таблица 2

**Морфометрические параметры листьев древесных растений промышленных предприятий  
Гомельского региона и фоновых условий**

Типология задач /код типа	Содержание (на основе базовой программы, фрагменты)	Связное практико-направленное содержание (неполный перечень тем): название темы, номер, код темы			Биоинформатика	
		Тайм-менеджмент врача и провизора	Применение ИТ в фармации	Применение ИТ в медицине		Финансово-экономическая грамотность
Расчетные задачи (Калькуляторы) /ЗР	Microsoft Excel. Вычисление с использованием формул и функций, адресации, форматов данных	1 – ТМ Таймер даты. Хронометраж	2 – ИФ Расчет процентных концентраций, дозировок	3 – ИМ Расчет концентраций растворов для инфузии, обработки ран	4 – ФЭ Калькуляторы бюджета, накопленных, рентабельности	5 – БИ Операции с матрицами, их применение в биоинформатике
		Модели на основе теории массового обслуживания	Матрица Эйзенхауэра	Математическая модель эпидемии	Расчет платежей по кредиту, лизингу оборудования	Моделирование искусственного нейрона
Задачи структуризации /ЗС	Текстовые функции. Построение таблиц	Матрица Эйзенхауэра	Таблица данных «Препараты» – выборка данных для мерчадаизинга	Таблица данных «Вакцинация» и выборка информации	Списки на закупку товаров	Моделирование последовательностей ДНК
		Кейс-модель делегирования полномочий «меч»	Анимационная модель воздействия препарата	Анимационная модель исследования пациента	«Оценка рисков» с использованием «Матрицы рисков»	Анимационная модель жизненного цикла вируса ВИЧ
Презентационные задачи /ЗП	Инфографика в PowerPoint и Excel. На основе таблиц, диаграмм и графиков	Диаграммы Искривы. Таймлайны. Интеллект-карты. Диаграмма Ганта как метод планирования деятельности	Морфологический метод планирования в аптеке	Формы и диаграммы статистической отчетности. Таймлайны в ЗОЖ	Формы финансовой и отчетной, коммерческие предлоки.	Инфографика «Жизненный цикл», «Иммунный ответ» и др.
		Статистические функции. Пакет анализа. Использование диаграмм типа «поверхность».	Оценка конкурентоспособности аптеки	Оценка конкурентно-способности учреждений	Равновесие спрос–зависимости от цены	BLAST (поиск локального сходства последовательностей)
Задачи оптимизации /ЗО	Оптимизация рабочего времени в команде (задача о назначениях)	Оптимизация рабочего времени в команде (задача о назначениях)	Задачи «Оптимальный состав БАД», «Рацион»	Задача-модель «Услуги санатория»	Произв. задача на основе факторного анализа	Динамическое программирование как метод выравнивания последовательностей

**Примечание.** В числе представлены средние значения длины и ширины листовой пластинки, в знаменателе – величина стандартного отклонения.

Из данных табл. 2 видно, что средняя длина и ширина листовой пластинки древесных растений, произрастающих на территории техногенного влияния, различается и в большинстве случаев ниже по сравнению с аналогичными параметрами фоновой территории. Исключение составили длина и ширина листа клена остролистного, произрастающего на территориях Добрушской бумажной фабрики «Герой труда» и ОАО «Гомельстекло». При этом самые мелкие параметры листа березы повислой *Betula pendula* характерны для территории ОАО «СветлогорскХимволокно», клена остролистного *Acer platanoides* – для территории ОАО «Белорусский металлургический завод», тополя белого *Populus deltoides* – для территории ОАО «Мозырский НПЗ».

Различия в интенсивности техногенного воздействия привели к тому, что величина среднеквадратического отклонения длины и ширины листовой пластинки характеризуется тенденцией увеличения от древесных растений, произрастающих в зоне влияния промышленных предприятий, к фоновым условиям.

Это указывает на то, что в данном регионе на территории предприятий на формирование длины и ширины листовой пластинки действует стабилизирующий отбор, вызванный этим экологическим напряжением и обеспечивающий накопление частот рассматриваемого параметра в области средних величин.

С учетом величины среднеквадратического отклонения среди исследованных промышленных предприятий наибольшее техногенное влияние на рост и развитие листового аппарата оказывают «Белорусский газоперерабатывающий завод» (г. Речица), ОАО «СветлогорскХимволокно» и ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин), на что древесные растения среагировали снижением морфометрических параметров листьев. В свою очередь фоновые условия не оказывают такого влияния на развитие длины и ширины листовой пластинки, что подтверждается более высокими величинами изменчивости этих параметров для древесных растений.

Достоверность различий между морфометрическими параметрами листовых пластинок древесных растений, произрастающих на территориях промышленных предприятий и фоновой зоны, оценивалась с помощью дисперсионного анализа (табл. 3).

Таблица 3

### Результаты дисперсионного анализа длины и ширины листовой пластинки древесных растений

Место отбора проб	Значения F-критерия для параметров листовой пластинки					
	береза повислая <i>Betula pendula</i>		клен остролистный <i>Acer platanoides</i>		тополь белый <i>Populus deltoides</i>	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
«Белорусский газоперерабатывающий завод» (г. Речица)	470,86	353,03	152,07	69,63	451,13	4,89
ОАО «СветлогорскХимволокно»	528,24	728,44	45,13	15,70	120,48	478,39
ЗАО «Добрушский фарфоровый завод»	334,31	305,24	99,99	6,50	218,0	119,1
Добрушская бумажная фабрика «Герой труда»	образцы отсутствовали		значения больше, чем в фоне		477,83	151,91
ОАО «Гомельстекло»	129,12	284,48	значения больше, чем в фоне		4,67	26,87
ОАО «Мозырский НПЗ»	37,28	97,93	образцы отсутствовали		68,80	49,89
ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин)	47,99	95,75	28,70	45,59	образцы отсутствовали	

Результаты анализа дисперсионных комплексов, включающих величину длины и ширины листовой пластинки древесных растений, произрастающих на территориях промышленных предприятий и в фоновых условиях, свидетельствуют о том, что значения F-критерия превышают F-критическое для длины и ширины исследованных образцов в большинстве случаев (значения  $F_{критич.}$  варьируют от  $F_{критич.} (1, 249) = 3,88$  при  $p \leq 0,05$  до  $F_{критич.} (1, 148) = 3,91$  при  $p \leq 0,05$ ). Исключение составили параметры листа клена остролистного, произрастающего на территориях Добрушской бумажной фабрики

«Герой труда» и ОАО «Гомельстекло», превышающие по величине параметры фоновых условий. Таким образом, морфометрические параметры листовой пластинки древесных растений статистически достоверно различаются при действии техногенного загрязнения на их формирование, что подтверждает возможность использования данного критерия для индикации загрязнения атмосферного воздуха и адаптационную стратегию растений уменьшения размеров листа как ответную реакцию на влияние промышленных предприятий.

Зольность древесных растений определялась не только в образцах березы повислой, клена остролистного и тополя белого, но и рябины обыкновенной, акации белой, сосны обыкновенной, каштана европейского, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, ивы белой, осины обыкновенной, липы сердцевидной. Полученные данные использовались для выявления наиболее распространенного класса зольности листьев древесных растений и сравнения с фоновыми условиями (рис. 1).

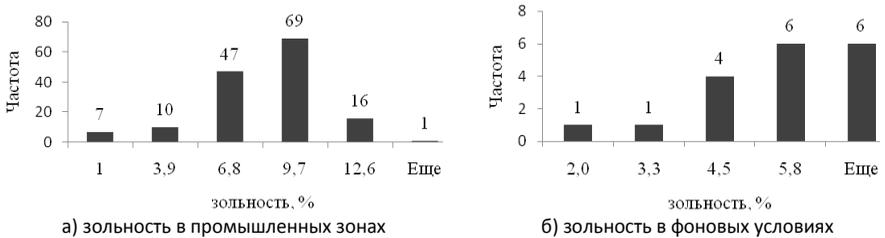


Рис. 1. Зольность древесных растений промышленных зон и фоновых условий.

Данные рис. 1 свидетельствуют о том, что наиболее часто встречающейся зольностью древесных растений является 9,7%, тогда как для фоновой территории этот показатель почти вдвое ниже и составил 5,8%. Следует отметить, что наиболее интенсивными концентраторами зольных элементов явились такие представители, как ясень обыкновенный (зольность 12,5% – 15,5%), ива белая (зольность 1,5% – 11,0%), клен остролистный (зольность 6,0% – 12,0%), тополь белый (зольность 8,0% – 11,5%).

Среди травянистых растений зольность определяли у представителей семейства Астровые, Бобовые, Бурачниковые, Вьюнковые, Злаки, Заразиковые, Зверобойные, Гвоздичные, Капустные, Кирейные, Колокольчиковые, Мареновые, Норичниковые, Толстянковые и Яснотковые. При этом самыми часто встречающимися и доминирующими семействами по количеству видов и представителям в рассматриваемых промышленных зонах явились Астровые и Бобовые.

На рис. 2 представлены значения зольности травянистых растений, произрастающих на территориях промышленных предприятий Гомельского региона и в фоновых условиях.

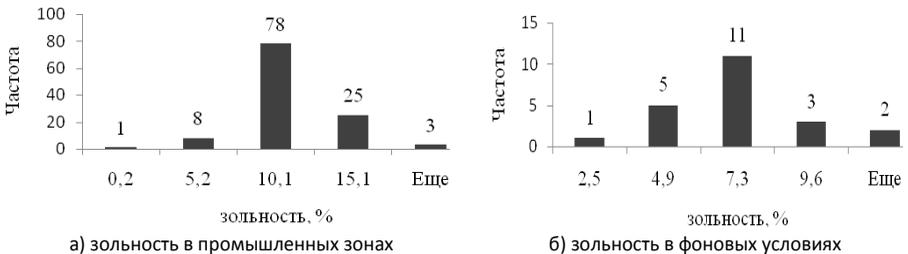


Рис. 2. Зольность травянистых растений промышленных зон и фоновых условий.

В результате исследований установлено, что травянистые растения накапливают зольные элементы чаще всего в количестве 10,1%, тогда как для фоновой территории этот показатель несколько ни-

же – 7,3%. Среди растений семейства Астровые наиболее высоким значением зольности характеризовались тысячелистник обыкновенный (7,0% – 13,0%) и полынь горькая (9,05% – 12,5%), среди Бобовых – мышиный горошек (6,0% – 14,0%) и дрок красильный (6,0% – 10,0%). Что касается других исследованных семейств травянистых растений, то некоторые из них демонстрируют способность накапливать зольные элементы еще в большем количестве по сравнению с Астровыми и Бобовыми в условиях техногенного влияния. Так, зольность мыльнянки лекарственной (семейство Гвоздичные) в наших исследованиях достигает 4,5% – 16,0%; икотника серого (семейство Капустные) – 10,5% – 16,0%; синяка обыкновенного (семейство Бурачниковые) – 20%.

Для выявления достоверности различий полученных данных был проведен дисперсионный анализ. В результате для дисперсионного комплекса «древесные растения промышленных зон – древесные растения фоновых зон» было получено значение F-критерия, равное 6,56 при  $F_{критич.}(7, 160) = 2,07$  при  $p \leq 0,05$ ; для дисперсионного комплекса «травянистые растения промышленных зон – травянистые растения фоновых зон» – значение F-критерия, равное 3,0 при  $F_{критич.}(7, 129) = 2,08$  при  $p \leq 0,05$ . Таким образом, выявленные различия в уровне накопления зольных элементов представителями, произрастающими в условиях техногенного влияния и без него, статистически достоверны.

Следует отметить, что зольность листьев древесных растений в целом достоверно несколько ниже по сравнению с травянистыми, особенно ярко это проявляется на территориях, не подверженных техногенному влиянию (F-критерий дисперсионного комплекса «древесные растения – травянистые растения» равен 7,23 при  $F_{критич.}(7, 297) = 2,04$  при  $p \leq 0,05$ ).

В табл. 4 представлены результаты определения зольности наиболее часто встречающихся древесных растений и доминирующих семейств представителей травянистых растений, произрастающих на территориях промышленных предприятий и в фоновых условиях.

Таблица 4

### Зольность древесных и травянистых растений промышленных предприятий Гомельского региона и фоновых условий

Место отбора проб	Зольность, %				
	береза повислая <i>Betula pendula</i>	клен остролистный <i>Acer latanoides</i>	тополь белый <i>Populus deltoides</i>	астровые <i>Asteraceae</i>	бобовые <i>Fabaceae</i>
«Белорусский газоперерабатывающий завод» (г. Речица)	4,0	7,0	8,0	12,0	6,5
ОАО «СветлогорскХимволокно»	6,0	11,0	9,0	10,1	7,5
ЗАО «Добрушский фарфоровый завод»	6,0	7,0	11,5	9,7	8,3
Добрушская бумажная фабрика «Герой труда»	–	8,5	8,0	9,9	8,0
ОАО «Гомельстекло»	5,5	4,5	9,0	7,6	10,5
ОАО «Мозырский НПЗ»	1,0	–	8,0	8,5	–
ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин)	5,0	6,5	–	7,8	–
Фоновые условия	3,5	6,0	5,5	6,9	6,3

**Примечание.** Отсутствие значений связано с отсутствием образцов на территории.

Результаты определения зольности исследуемых растений свидетельствуют о том, что листья березы повислой *Betula pendula* накапливают зольные элементы в количестве от 1,0% до 6,0%, тогда как на контрольной территории этот показатель составил 3,5%. Для клена остролистного *Acer platanoides* и тополя белого *Populus deltoides* наблюдаются более высокие показатели зольности, которые варьировали в пределах от 4,5% до 11,0% для клена остролистного и от 8,0% до 11,5% для тополя белого при зольности в фоновых условиях 6,0% и 5,5% соответственно для обоих представителей. Согласно литературным данным зольность листьев древесных растений в условиях техногенного

воздействия может достигать 11,8% [7]. Ряд снижения зольности исследуемых древесных растений в наших исследованиях имеет вид: тополь белый > клен остролистный > береза повислая.

Травянистые растения семейства Астровые *Asteraceae*, произрастающие в зоне влияния промышленных предприятий, характеризуются зольностью более высокой по сравнению с древесными растениями и представителями семейства Бобовые *Fabaceae*. При этом растения семейства Астровые *Asteraceae* накапливали зольные элементы в количестве от 7,6% до 12,0% при контрольном значении 6,9%. Бобовые *Fabaceae* при близкой фоновой величине 6,3% в условиях техногенного влияния характеризовались более узким диапазоном зольности 6,5% – 10,5%. Возможно, это связано со способностью растений этого семейства к фиксации, прежде всего, атмосферного азота, в результате чего азот превращается в формы, доступные для питания растений. В целом, в условиях влияния деятельности промышленных предприятий травянистые растения накапливают зольные элементы в большем количестве по сравнению с парковыми и пригородными зонами.

Для выявления достоверности различий между зольностью древесных и травянистых растений промышленных зон и контрольных территорий был проведен дисперсионный анализ (табл. 5).

Таблица 5

**Результаты дисперсионного анализа зольности древесных и травянистых растений**

Место отбора проб	Значения F-критерия				
	береза повислая <i>Betula pendula</i>	клен остролистный <i>Acer latanoides</i>	тополь белый <i>Populus deltoides</i>	астровые <i>Asteraceae</i>	бобовые <i>Fabaceae</i>
«Белорусский газоперерабатывающий завод» (г. Речица)	–	–	31,25	34,41	–
ОАО «СветлогорскХимволокно»	20,83	115,39	27,22	19,59	–
ЗАО «Добрушский фарфоровый завод»	12,50	4,82	166,15	8,48	5,44
Добрушская бумажная фабрика «Герой труда»	–	37,50	34,09	17,86	–
ОАО «Гомельстекло»	9,23	–	56,54	–	11,95
ОАО «Мозырский НПЗ»	–	–	20,0	–	–
ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин)	7,11	–	–	–	–

**Примечание.** Отсутствие значений связано с отсутствием образцов на территории, недостоверностью отличий и величиной зольности, меньшей по сравнению с фоном.

В большинстве случаев различия зольности с учетом среды произрастания древесных и травянистых растений носят достоверный характер. При этом значения  $F_{критич.}$  варьируют от  $F_{критич.}(1, 12) = 4,74$  при  $p \leq 0,05$  до  $F_{критич.}(1, 10) = 4,96$  при  $p \leq 0,05$  для исследуемых дисперсионных комплексов.

Таким образом, в условиях техногенного влияния на рост и формирование растения демонстрируют стратегию уменьшения параметров листовой пластинки и повышение величины ее зольности как механизм адаптации к условиям окружающей среды.

**Заключение.** В условиях техногенной среды у растений формируются адаптационные механизмы, которые актуально исследовать для понимания стратегии растений выживать в экстремальных условиях. Перспективная комплексная характеристика состояния условий произрастания растений возможна путем оценки характера изменений морфометрических параметров листовой пластинки растений и величины ее зольности. При этом в результате исследования длины и ширины листьев березы повислой *Betula pendula*, тополя белого *Populus deltoides*, клена остролистного *Acer platanoides*, произрастающих на территории промышленных предприятий Гомельского региона, было установлено достоверное снижение морфометрических параметров и величины их среднеквадратического отклонения по сравнению с фоновыми условиями. Наиболее интенсивными концентраторами зольных элементов явились такие представители, как ясень обыкновенный (зольность 12,5% – 15,5%); ива

белая (зольность 1,5%– 11,0%); клен остролистный (зольность 6,0% – 12,0%); тополь белый (зольность 8,0% – 11,5%). Среди доминирующих семейств травянистых растений наиболее высоким значением зольности характеризовались представители семейства Астровые – тысячелистник обыкновенный (7,0% – 13,0%) и полынь горькая (9,05% – 12,5%); Бобовые – мышиный горошек (6,0% – 14,0%) и дрок красильный (6,0% – 10,0%). Что касается других исследованных семейств травянистых растений, то некоторые из них демонстрируют способность накапливать зольные элементы еще в большем количестве по сравнению с Астровыми и Бобовыми в условиях техногенного влияния: зольность мыльнянки лекарственной (семейство Гвоздичные) – 4,5% – 16,0%; икотника серого (семейство Капустные) – 10,5% – 16,0%; синяка обыкновенного (семейство Бурачниковые) – 20%. В условиях влияния деятельности промышленных предприятий травянистые растения доминирующих по видовому и количественному разнообразию семейств накапливают зольные элементы в достоверно большем количестве по сравнению с парковыми и пригородными зонами. При этом представители семейства Астровые отличаются более высокой зольностью по сравнению с Бобовыми, а травянистые растения накапливают зольные элементы в большем количестве, чем древесные. В целом, в условиях техногенного влияния на рост и формирование растения демонстрируют стратегию уменьшения параметров листовой пластинки и повышение величины ее зольности как механизм адаптации к условиям окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глибовицкая, Н.И. Липа сердцелистная (*Tilia cordata* L.) как биоиндикатор состояния загрязнения урбанизированных территорий тяжелыми металлами / Н.И. Глибовицкая, В.И. Парпан // Экология и ноосферология. – 2013. – Вып. 24. – С. 89–96.
2. Хикматуллина, Г.Р. Сравнительный анализ морфологических параметров листьев древесных растений в условиях урбанизированной среды: автореф. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Г.Р. Хикматуллина; Удмурт. гос. ун-т. – Казань, 2013. – 22 с.
3. Ишимова, А.Е. Зольность листьев, хвои и коры древесных растений как индикаторный признак загрязнения воздушного бассейна г. Семей [Электронный ресурс] / А.Е. Ишимова. – Режим доступа: [www.geochemland.ru](http://www.geochemland.ru), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
4. Особенности химического состава фитомассы некоторых дикорастущих и культивируемых древесных растений: к оценке зольного компонента / О.М. Брагина [и др.] // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2014. – № 1(3). – С. 724–727.
5. Савинцева, Л.С. Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде: автореф. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Л.С. Савинцева; Вят. гос. с.-х. акад. – Петрозаводск, 2015. – 23 с.
6. Луцишин, Е.Г. Видовая специфичность адаптации древесных растений техногенно трансформированных урбозащитопов / Е.Г. Луцишин, И.К. Тесленко // Ecology and noospherology. – 2015. – Вып. 26. – С. 42–61.
7. Кавеленова, Л.М. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары) / Л.М. Кавеленова, А.Г. Здетовский, А.Я. Огневенко // Химия растительного сырья. – 2001 – № 3. – С. 85–90.

## REFERENCES

1. Glibovitskaya N.I., Parpan V.I. *Ekologiya i noosferologiya* [Ecology and Noospherology], 2013, 24, pp. 89–96.
2. Hikmatullina G.R. *Sravnitel'nyy analiz morfolozhicheskikh parametrov listyev drevesnykh rastenii v usloviyakh urbanizirovannoi sredi: avtoref. ... kand. biol. nauk* [Comparative Analysis of Morphological Parameters of Woody Plant Leaves in the Urbanized Environment Conditions: PhD (Biology) Dissertation Abstract], Udmurt. gos. un-t, Kazan, 2013, 22 p.
3. Ishimova A.E. *Zolnost listyev, khvoi i kori drevesnykh rastenii kak indikatornyi priznak zagryazneniya vozdušnogo basseina g. Semei* [Leaves, Needles and Bark Woody Plants Ash-content as Indicator Sign of Semei Air Basin Pollution], Available at [www.geochemland.ru](http://www.geochemland.ru), free. – Russian, English.
4. Bragina O.M. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Samara Scientific Center of RAS News], 2014, 1(3), pp. 724–727.
5. Savintseva L.S. *Ekologicheskii analiz adaptivnykh mekhanizmov rastenii v urbanizirovannoi srede: avtoref. ... kand. biol. nauk* [Ecological Analysis of Plant Adaptive Mechanisms in the Urbanized Environment: PhD (Biology) Dissertation Abstract], Vyatka agricultural academy, Petrozavodsk, 2015, 23 p.
6. Lutsishin E.G., Teslenko I.K. *Ekologiya i noosferologiya* [Ecology and Noospherology], 2015, 26, pp. 42–61.
7. Kavelenova L.M., Zdetovskiy A.G., Ognevenko A.Y. *Khimiya rastitel'nogo siroya* [Chemistry of Vegetable Raw Materials], 2001, 3, pp. 85–90.

Поступила в редакцию 14.12.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: [tut-3@mail.ru](mailto:tut-3@mail.ru) – Тюлькова Е.Г.

## Хромосомные числа синантропных видов цветковых растений Гродненской области (Республика Беларусь)

И.Г. Запасник-Безпалько\*, М.А. Джус\*\*

\*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

\*\*Белорусский государственный университет

Изучение хромосомных чисел (ХЧ) синантропных видов растений флоры Беларуси позволяет оценить полиморфизм популяций чужеродных видов, лучше понять механизмы, способствующие широкому распространению инвазионных видов цветковых растений.

Цель статьи – экспериментальная проверка гипотезы о преимущественном заселении урбанокомплексов Беларуси (на примере Гродненской области) полиплоидными цитотипами полиморфных синантропных видов цветковых растений.

**Материал и методы.** Хромосомные числа изучались у синантропных видов цветковых растений флоры Беларуси, изменчивых по этому признаку в пределах своих ареалов. Сбор материала проводился в 2013 г. в различных по характеру и интенсивности воздействия урбанокомплексов Гродненского, Островецкого и Новогрудского районов Гродненской области.

**Результаты и их обсуждение.** Исследованные нами синантропные виды цветковых растений в большинстве случаев относились к чужеродным представителям флоры Беларуси (археофиты (18 видов), кенофиты (4) и др.). Среди изученных нами 27 видов большинство (74%) являются полиплоидами (к полиплоидам нами были также отнесены таксоны с высокими основными ХЧ).

В результате проведенных исследований определенные нами ХЧ у растений синантропного элемента флоры не отличались в большинстве случаев от определенных в Беларуси ранее, за исключением *Galium aparine* (установлено  $2n-60$ ) и *Asparagus officinalis* ( $2n=20$ ). Для других видов проведены повторные определения хромосомных чисел в материале из новых местонахождений.

**Заключение.** Исходя из полученных данных, выдвинутая гипотеза о преимущественном заселении урбанокомплексов полиплоидными цитотипами чужеродных видов растений в целом подтверждается. Более общий характер данной закономерности должен в дальнейшем быть исследован на примере большего числа синантропных видов цветковых растений, полиморфных по числу хромосомных чисел, а также в других частях их ареалов.

**Ключевые слова:** хромосомные числа, синантропные виды растений, полиплоиды.

## Chromosome Numbers of Synanthrope Species of Flower Plants in Grodno Region (the Republic of Belarus)

I.G. Zapasnik-Bezpalcko\*, M.A. Jus\*\*

\*Educational Establishment «Grodno State Y. Kupala University»

\*\*Belarusian State University

The study of chromosome numbers (CN) of synanthrope plant species of Belarusian flora makes it possible to assess the polymorphism of populations of alien species, to understand mechanisms which facilitate wide spreading of invasion flower plant species.

The purpose of the work is experimental check of the hypothesis of primary inhabitation of Belarusian urban complexes (Grodno Region) with polyploidy cytotypes of polymorphic synanthrope flower plant species.

**Material and methods.** Chromosome numbers were studied of synanthrope flower plant species of Belarusian flora which are changeable according to this feature within their areas. The material was collected in 2013 in different in their character and intensity of impact urban complexes of Grodno, Ostrovetz and Novogrudok Districts of Grodno Region.

**Findings and their discussion.** The studied synanthrope flower plant species in most cases belonged to alien representatives of Belarusian flora (archeophits (18 species), kenophits (4) etc.). Among the 27 studied species, most (74%) are polyploidy (we also referred taxons with high basic CN to polyploidy).

**Conclusion.** The identified synanthrope element plants of flora CN were not different in most cases from those earlier identified in Belarus, except *Galium aparine* ( $2n-60$  was identified) and *Asparagus officinalis* ( $2n=20$ ). For other species secondary CN identifications in the material from new locations were conducted. On the basis of the obtained data we can confirm the hypothesis on predominant inhabitation of urban complexes with polyploidy cytotypes of alien plant species. A more general character of this conclusion should be studied on the example of bigger number of flower plant synanthrope species, polymorphic in accordance with their CN, as well as in other parts of the areas.

**Key words:** chromosome numbers, synanthrope plant species, polyploidy.

Одно из наиболее важных достижений кариологических исследований у растений – открытие явления полиплоидии: наследственно закрепленного кратного увеличения числа хромосом.

Количественные и качественные изменения признаков, возникающие у полиплоидов, а также расширенная норма реакции, по сравнению с диплоидами, по всей вероятности, позволяют им эффективнее заселять новые, нередко нарушенные местообитания, и, следовательно, расширять ареал. Различными исследованиями показана в целом приуроченность полиплоидов к горным, северным и пустынным областям, а также регионам с неблагоприятными экологическими условиями (контрастными, высокими или низкими температурами, засоленными почвами, высоким уровнем загрязнения и т.д.) [1]. На основании приведенных выше фактов можно предположить, что полиплоидия и гибридизация могут играть значительную роль в активном расселении и освоении новых местообитаний, а также в процессах видообразования, в тех родах и семействах, которые характеризуются высоким относительным количеством полиморфных сорно-рудеральных представителей.

Несмотря на широкие масштабы кариологических исследований, в настоящее время хромосомные числа (ХЧ) известны примерно лишь у четверти представителей покрытосемянных растений. Среди стран СНГ наиболее детально исследована флора Беларуси (около 800 видов растений, что составляет около 50% ее состава) [2]. Кариологические исследования флоры Беларуси представляют особый интерес, так как они отражают основные черты флоры умеренной зоны Северного полушария. Изучение ХЧ синантропных видов растений флоры Беларуси позволяет оценить полиморфизм популяций чужеродных видов, лучше понять механизмы, способствующие широкому распространению инвазионных видов цветковых растений, особенно относящихся к группе трансформеров.

Цель статьи – экспериментальная проверка гипотезы о преимущественном заселении урбанокомплексов Беларуси (на примере Гродненской области) полиплоидными цитотипами полиморфных синантропных видов цветковых растений.

**Материал и методы.** ХЧ изучались у синантропных видов цветковых растений флоры Беларуси, изменчивых по этому признаку в пределах своих ареалов. Сбор материала для кариологических исследований проводился в 2013 г. в различных по характеру и интенсивности воздействия урбанокомплексах Гродненского, Островецкого и Новогрудского районов Гродненской области. ХЧ определяли на метафазных пластинках клеток корневой меристемы проростков [3–5]. Всего было исследовано 27 видов из 31 популяции. Сведения о ХЧ изученных видов в различных частях их ареалов брались из литературных источников [1; 2; 4; 6–8] и имеющихся в сети Интернет специализированных баз данных [9–11].

Гербарный материал, использовавшийся в работе, хранится в Гербарии кафедры ботаники Белорусского государственного университета (MSKU) и Гербарии Гродненского государственного университета им. Я. Купалы (GRSU).

**Результаты и их обсуждение.** Ниже приведены данные об исследованных нами видах и определенных ХЧ.

#### **Семейство Papaveraceae Juss.**

##### *Chelidonium majus* L.

Полиморфный вид. В кариологическом отношении неоднороден [6; 8; 11]. Наиболее распространена 12-хромосомная раса, которая характеризуется более обширным ареалом. Преимущественно в западной части ареала (Сибирь, Восточная Азия) встречается цитотип с  $2n=10$ , который иногда рассматривается в качестве самостоятельного вида *Ch. asiaticum* Krauhulsova. Однако сведения о нахождении этого цитотипа имеются также в других частях ареала (например, в Грузии) [11]. Очень редко отмечены также растения с  $2n=16$  и  $2n=36$  [6; 11]. Эти указания, возможно, являются ошибочными или свидетельствуют о большей, чем принято считать, кариологической изменчивости вида и наличии в природных популяциях анеуплоидов и полиплоидов. В Беларуси вид кариологически константен. В семи изученных популяциях было отмечено  $2n=12$  [4]. Такое же ХЧ было установлено и нами у растений одной популяции.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 0,6 км к ЮЗ от д. Бережаны, вблизи затоки на левом берегу р. Неман. Джус М.А. 16/08/2013. № 1343. MSKU(DZnhb).

##### *Fumaria officinalis* L.

Полиморфный вид, для которого характерна кариологическая дифференциация на основе двух основных ХЧ –  $x=7$  и 8. Известны цитотипы с  $2n=14, 16, 28, 32, 48$  [6; 7; 9; 11]. Некоторые из этих указаний, возможно, относятся к другим, морфологически сходным видам. Так, для типового подвида, *F. officinalis*, как полагают, наиболее характерно  $2n=4x=32$ , а для морфологически слабо обособленного *ssp. wirtgenii*

(W.D.J. Koch) *Arcang.* (= *Fumaria wirtgenii* W.D.J. Koch) указывается  $2n=6x=48$ . В Беларуси встречаются оба подвида, однако цитологически изучен лишь *ssp. officinalis*. Для него в двух исследованных популяциях зарегистрировано  $2n=32$  [4]. Нами для растений одной популяции также установлено  $2n=32$ .

Изученный материал: г. Гродно ССВ окраина, район Девятовка-5, ул. Лиможа, 37. Как сорное во дворе дома. Джус. 17/08/2013. № 1484/1. MSKU(DZHhb).

#### **Семейство Caryophyllaceae Juss.**

##### *Spergula arvensis* L.

Цитологически *S. arvensis* L. s.l. чрезвычайно константна и представлена почти во всех частях ареала диплоидным цитотипом с  $2n=2x=18$  [6; 7; 9; 11]. Тетраплоидный цитотип с  $2n=36$ , наряду с диплоидным отмечен только в Голландии. В Беларуси кариологически исследованы 4 популяции, во всех определен диплоидный цитотип [4]. Нами для растений одной популяции также установлено  $2n=18$ .

Изученный материал: г. Гродно СЗ окраина, урочище Грандичи (конец ул. Домбровского). Поле зерновых после уборки урожая, среди стерни. 15/08/2013. Селевич Т.А. MSKU(DZHhb), GRSU.

#### **Семейство Amaranthaceae Juss.**

##### *Chenopodium album* L.

В кариологическом отношении *Ch. album* s.l. дифференцирован на несколько хромосомных рас с различным уровнем плоидности: ди-, тетра- и гексаплоидную ( $2n=18, 36, 54$ ). Отмечены также цитотипы с  $2n=12x=108$ . В Беларуси комплекс видов *Ch. album* s.l. изучен недостаточно. В образцах из 10 популяций в 3-х определено ХЧ  $2n=18$ , в 3-х –  $2n=36$ , в 4-х –  $2n=54$  [4]. Нами для растений из одной популяции ХЧ установлено приблизительно  $2n\sim 50$  (вероятно, они являются гексаплоидами).

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1418. MSKU(DZHhb).

#### **Семейство Polygonaceae Juss.**

##### *Polygonum aviculare* L.

*Polygonum aviculare* s.l. дифференцирован на несколько хромосомных рас различной плоидности. Наиболее распространены  $2n=2x=20, 2n=40, 2n=60$ . В Беларуси *P. aviculare* s.l. практически не изучен цитологически. ХЧ известны только у растений из одной популяции (установлено  $2n=40$ ) [4]. Систематически на территории республики также изучен недостаточно. Не выяснены особенности распространения «микровидов». Нами для растений из одной популяции ХЧ определено приблизительно  $2n\sim 40$  (вероятно, они являются тетраплоидами).

Изученный материал: г. Гродно, ССВ окраина, район Девятовка, вблизи пересечения ул. Белые Рысы и Дзержинского, пустырь вблизи мебельной фабрики «Зов». Как сорное. Джус. 17/08/2013. № 1459. MSKU(DZHhb).

#### **Семейство Brassicaceae Burnett**

##### *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.

В цитологическом отношении изучен относительно хорошо. По данным большинства авторов преобладает тетраплоидный цитотип с  $2n=4x=32$ , который встречается в пределах всего ареала вида. Реже отмечается диплоид с  $2n=16$ . Диплоиды несколько чаще отмечаются в странах и регионах Средиземноморья (Греции, Северном Кавказе), однако отмечены также на Дальнем Востоке, в Африке и Великобритании. Иногда в различных частях ареала встречаются как диплоиды, так и тетраплоиды. О фенотипических особенностях растений двух цитотипов не сообщается [6; 7; 9; 11]. В Беларуси вид изучен недостаточно. Определены ХЧ у растений из двух популяций. В них установлено  $2n=32$  [2; 11]. Это число подтверждено и нами для растений из 1 популяции.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1408. MSKU(DZHhb).

##### *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl.

В цитологическом отношении изучен хорошо. Преобладает тетраплоидный цитотип с  $2n=4x=28$ , который встречается в пределах всего ареала вида. Изредка и также в различных частях ареала отмечен диплоид с  $2n=14$ . Возможно, несколько чаще он встречается в азиатской части ареала. Имеется единственное литературное указание о нахождении анеуплоидов с  $2n=20$  [6; 7; 9; 11]. В Беларуси *D. sophia* цитологически изучена слабо. Определены ХЧ у растений лишь из одной популяции. Установлено  $2n=28$  [1; 2]. Это число подтверждено также и нами для растений из 1 популяции.

Изученный материал: Гродненская обл., Островецкий р/н, д. Талуши. На обочине дороги около мусора. 6/10/2013. Кеда А.Г. MSKU(DZHhb), GRSU.

*Lepidium ruderales* L.

В цитологическом отношении *L. ruderales* дифференцирован на две расы: диплоидную ( $2n=16$ ) и тетраплоидную ( $2n=32$ ). Оба цитотипа нередко указываются для одних и тех же районов, что может указывать как на политипное происхождение тетраплоидной расы, так и на повторяющиеся заносы обоих цитотипов. Тетраплоиды встречаются чаще. Они отмечены в разных частях ареала. Данные о морфологической обособленности различных цитотипов и таксономической значимости признака ХЧ отсутствуют. Имеются также указания на нахождение анеуплоидов с  $2n=28$  [6; 7; 9; 11]. В Беларуси кариологически изучен недостаточно, исследован материал только из 2 популяций. В обоих установлено  $2n=32$  [4]. Нами для растений из одной популяции ХЧ определено приблизительно  $2n\sim 30$  (вероятно, растения представлены тетраплоидным цитотипом).

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкий п/с, 1,5 км к ЮЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1419. MSKU(DZHhb).

### **Семейство Malvaceae Juss.**

*Malva pusilla* Smith.

Цитологически неоднороден, однако изучен в этом отношении недостаточно. Вероятно, является полиплоидным по происхождению таксоном. Наиболее часто отмечается  $2n=42$ . Известны также единичные указания на  $2n=40-60$  и  $2n=76$  [6; 7; 11]. В Беларуси изучены растения из двух популяций и также зарегистрировано  $2n=42$  [4]. Нами для растений из одной популяции ХЧ установлено приблизительно  $2n\sim 40$ .

Изученный материал: г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка, вблизи ул. Асфальтовая. Как сорное по краю посевов ячменя. Джус. 17/08/2013. № 1473. MSKU(DZHhb).

### **Семейство Urticaceae Juss.**

*Urtica urens* L.

У *U. urens* известны различные ХЧ:  $2n=24, 25, 26, 52$ . Наиболее часто встречается диплоидный цитотип с  $2n=2x=24$ . Однако имеется точка зрения, что диплоиды имеют  $2n=26$ . Такое ХЧ отмечено в различных регионах: в России, Швеции, Исландии, Египте [6; 8; 9; 11]. Данный вопрос нуждается в дальнейшем изучении. Морфологически различные цитотипы не обособлены, хромосомическая приуроченность также не выявлена. В Беларуси кариологически *U. urens* изучена недостаточно. По данным литературы  $2n=24$  определено у растений из одной популяции [4]. Такое же ХЧ установлено и нами.

Изученный материал: Островецкий р/н, д. Талуши. На обочине дороги. 6/10/2013. Кеда. MSKU(DZHhb), GRSU.

### **Семейство Euphorbiaceae Juss.**

*Euphorbia cyparissias* L.

Для вида характерна цитологическая изменчивость полиплоидного и анеуплоидного типа. Отмечены ди-, тетра- и пентаплоиды с  $2n=20, 40, 50$  (редко), а также анеуплоиды с  $2n=36-42$  [6; 7; 9; 11]. Четкой географической приуроченности и морфологических различий между цитотипами не выявлено. В различных частях ареала отмечены как диплоиды, так и тетраплоиды (редко другие цитотипы). Диплоиды в Европе приурочены к западным регионам континента и отмечены в Испании, Франции, Великобритании [2; 9; 11]. В Беларуси кариологически и морфологически изучен недостаточно. ХЧ определены по данным литературы у растений одной популяции ( $2n\sim 40$ ) [4]. Нами ХЧ для растений из одной популяции также установлено приблизительно  $2n\sim 40$ .

Изученный материал: г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка-2, ул. Лиможа, 45а. В посадках у домов. Дичает. Джус. 17/08/2013. № 1424. MSKU(DZHhb).

### **Семейство Fabaceae Lindl.**

*Lupinus polyphyllus* Lindl.

Кариологически неоднороден, хотя изучен в этом отношении недостаточно. Наиболее распространен тетраплоидный цитотип с  $2n=4x=48$ . Имеется также указание на обнаружение в Канаде октоплоидов с  $2n=96$  [6; 7; 11]. В Беларуси изучено 3 популяции, во всех обнаружены тетраплоиды [4]. Это подтверждено и нами на растениях из двух популяций (в одной из них ХЧ определено приблизительно  $2n\sim 50$ ).

Изученный материал: Островецкий р/н, д. Талуши. Смешанный лес. 6/10/2013. Кеда. MSKU(DZHhb), GRSU. 2n=48.

Гродненский р/н, окр. г. Гродно, между Зарицей и Островком, по дороге на Гожу 200 м от шоссе (в сторону Немана). Сосняк можжевельново-мшистый. 9/09/2013. Созинов О.В. MSKU(DZHhb), GRSU. 2n\*50.

**Семейство Geraniaceae Juss.**

*Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.

Известна целая серия эу- и анеуплоидных цитотипов: 2n=20, 30–38, 40, 48, 54, 60. Преобладают зуплоиды: ди- и тетраплоиды с 2n=20, 40, реже встречаются гексаплоиды (2n=60) [6; 7; 9; 11]. Уровень плоидности коррелирует с морфологическими и хорологическими особенностями растений. Диплоиды нередко выделяют в отдельный таксон – *E. lebellii* Jord., который отличается от *E. cicutarium* s.str. более мелкими размерами, опущением цветоножек и чашелистиков, более светлой окраской венчика и его более мелкими размерами, строением мерикарпиев, малоцветковыми соцветиями. Диплоид распространен преимущественно в западных регионах Европы, а также в странах Балтии. Наиболее часто встречается тетраплоидный цитотип с 2n=40. Гексаплоиды относительно недавно были описаны из Дании в качестве отдельного вида *E. danicum* K. Larsen. *Erodium cicutarium* s.l. нуждается в специальном кариологическом и систематико-хорологическом исследовании. Наличие анеуплоидов у этого вида, по мнению С.А. Дмитриевой, связано с широким использованием гербицидов для борьбы с этим сорняком и их мутагенным эффектом [4]. В Беларуси в образцах из двух популяций было установлено 2n=40 [1; 2]. Это ХЧ подтверждено и нами у растений из 1 популяции.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1405. MSKU(DZHhb).

**Семейство Rubiaceae Juss.**

*Galium aparine* L.

Дифференцирован на несколько цитологических рас различного уровня плоидности: ди-, тетра- и гексаплоиды (2n=22, 44, 66), а также близкие к ним по ХЧ анеуплоиды с 2n=42, 48, 61, 62, 63, 64, 68, 86 [6; 8; 9; 11]. Наиболее распространены цитотипы с 2n=64 и 66. Географически цитологические расы не обособлены. Не исключено, что отдельные растения, у которых были определены ХЧ, на самом деле относятся к морфологически сходным видам, например *G. spurium* L. или *G. vailantii* DC. В Беларуси *G. aparine* кариологически исследован недостаточно. Изучено 2 популяции. Сведения о ХЧ противоречивы. В одной из популяций была установлена новая хромосомная раса с 2n=20, а в другой – ХЧ определено приблизительно – 2n\*96 [4]. По нашему мнению, растения с 2n=20 возможно относятся к *G. spurium*, для которого такое ХЧ наиболее характерно. Нами у растений из одной исследованной популяции определено 2n\*60.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1412.

**Семейство Solanaceae Juss.**

*Solanum nigrum* L.

Цитологический *S. nigrum* изучен хорошо. Он дифференцирован на ди-, тетра- и гексаплоиды (2n=24, 48, 72). Редко отмечаются также пентаплоиды с 2n=60 и цитотипы с еще более высокой плоидностью: 2n=8x=96, 2n=12x=144. Отмечены также анеуплоиды с 2n=40 [6; 8; 11]. Большой объем цитологических данных позволил установить некоторые цито-географические закономерности. Так, ди- и тетраплоиды оказались приурочены к умеренным и тропическим регионам, а гексаплоиды – почти исключительно к умеренным. Четкой взаимосвязи между морфологией растений и уровнем их плоидности установить не удалось. Выделенные из комплекса *S. nigrum* s.l. таксоны имеют как одинаковые, так и разные ХЧ. Цитогенетические исследования также показали, что в эволюции этого комплекса имела место как авто-, так и аллополиплоидия. Установлено, что гексаплоиды, вероятно, возникли в результате аллополиплоидии от диплоидного *S. nigrum* и тетраплоидного *S. villosum*. Экспериментально получены подтверждения того, что диплоиды с 2n=24 на самом деле представляют собой вторичные полиплоиды, произошедшие от видов с n=6, которые пока не найдены или, возможно, вымерли. В целом проведенные исследования свидетельствуют, что в эволюции этого комплекса играли роль полиплоидия, гибридизация, структурные и генные мутации [4]. В Беларуси кариологи-

чески исследованы 3 популяции, во всех из них у растений определено ХЧ  $2n=72$  [4]. Нами для растения из одной популяции ХЧ установлено приблизительно  $2n\sim 70$  (возможно  $2n=72$ ).

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1411. MSKU(DZHhb).

### **Семейство Lamiaceae Martinov**

#### *Lamium purpureum* L.

В цитологическом отношении вид изменчив. Наиболее распространен диплоидный цитотип с  $2n=18$ , однако имеются единичные указания на обнаружение тетраплоидов ( $2n=36$ ) и анеуплоидов ( $2n=14$ ), которые морфологически не обособлены [6; 7; 11]. В Беларуси в образцах из 3 популяций определено ХЧ  $2n=18$  [4]. Оно подтверждено и нами для растений одной популяции.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1405/1. MSKU(DZHhb).

#### *Mentha arvensis* L.

В кариологическом отношении также изменчив, что обусловлено гибридизацией, сохранению и стабилизации которых способствует способность к вегетативному размножению. Сведения об основном ХЧ противоречивы, считается, что это может быть  $x=6$  или 12. Для *M. arvensis* в материале из различных частей ареала установлены следующие ХЧ:  $2n=12, 36, 60-62, 64, \sim 70, 72, 84, 90, 96, 98, 108$ . Чаще всего встречается  $2n=72$  [6; 7; 9; 11]. Таксономического или хорологического соответствия определенным цитотипам не установлено. В Беларуси *M. arvensis* кариологически изучена недостаточно. Определены ХЧ у растений лишь из двух популяций. В обеих установлено  $2n=72$ , в одной из них обнаружены также 74-хромосомные анеуплоиды [4]. Нами для растений из одной популяции ХЧ определено приблизительно  $2n\sim 70$ .

Изученный материал: г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка-5, ул. Лиможа, 37. Как сорное во дворе дома. Джус. 17/08/2013. № 1484. MSKU(DZHhb).

### **Семейство Asteraceae Bercht. et J. Presl**

#### *Lapsana communis* L.

Кариологически вид неоднороден. Проявляет дифференциацию анеуплоидного типа –  $2n=12, 14, 16$ . В географическом распространении различных цитотипов четких закономерностей не прослеживается. Преобладают 14 и 16-хромосомные расы. Они отмечены во многих частях ареала вида [6; 7; 9–11]. Данные относительно экологических и морфологических особенностей этих рас отсутствуют [4]. Как было показано С.А. Дмитриевой при исследовании материала из Беларуси, представления о кариологической дифференциации вида во многом ошибочны. В действительности  $2n=14$ . Неверное определение объясняется специфической структурой одной пары хромосом, которые относятся к акроцетрическому типу и несут у короткого плеча крупный спутник. Структура этой пары хромосом обуславливает кажущуюся изменчивость ХЧ. Если спутники располагаются в ходе приготвления препаратов на длинных нитях (или если нити разрываются), то визуально это может быть оценено как 16 хромосом [4]. В Беларуси исследовано 5 популяций. Во всех определено  $2n=14$ . Это ХЧ подтверждено и нами для растений из одной популяции.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 0,9 км к ЮЗ от д. Бережаны. Опунка пойменного чернооляза у грунтовой дороги. Джус. 16/08/2013. № 1307/1. MSKU(DZHhb).

#### *Sonchus arvensis* L.

Кариологически изменчивый вид. Проявляет дифференциацию эуплоидного и анеуплоидного типов:  $2n=18, 27, 32, 36, 45, 54, 64$  [6; 7; 9–11]. Помимо типового подвида, встречается subsp. *uliginosus* (M. Bieb.) Нутал, который иногда рассматривается в качестве самостоятельного вида *S. uliginosus* M. Bieb., отличающийся голыми цветоносами и обертками соцветия. Для этого таксона характерно  $2n=4x=36$ , а для *S. arvensis* s.str. –  $2n=8x=54$ . Их таксономическая самостоятельность признается не всеми. Иногда эти таксоны считают различающимися по опущению экологическими расами на том основании, что они не имеют географической определенности и свободно гибридизируют между собой и в природных условиях, и в экспериментах, в результате чего возникают 45-хромосомные формы. Скрещиваясь между собой и с родительскими формами, они образуют серию анеуплоидов с  $2n=27, 37-43, 45, 46-48, 50, 52, 63$  [4]. В Беларуси изучены 3 популяции вида, однако зависимости ХЧ от принадлежности к опущенным или го-

лым подвидам не установлено. У всех изученных растений (среди которых были как *subsp. arvensis*, так и *subsp. uliginosus*) определено  $2n=36$ . В одной из популяций были выявлены единичные 45-хромосомные формы, что, возможно, является результатом слияния редуцированных и нередуцированных гамет. В другой популяции отмечены единичные гиперплоиды с  $2n=37$  [4]. Нами у растений, относящихся к *subsp. uliginosus* (изучена одна популяция), определено  $2n=36$ .

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1413. MSKU(DZHhb).

*Tragopogon pratensis* L.

По данным литературы для вида в основном характерно диплоидное ХЧ  $2n=12$ . Редко отмечаются также анеуплоиды с  $2n=14$ . Тетраплоидное ХЧ  $2n=24$  сообщается только для растений из Индии [6; 7; 9–11]. В Беларуси кариологически изучен недостаточно, исследована 1 популяция и установлено  $2n=12$  [4]. Это ХЧ подтверждено и нами для растений из одной популяции.

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1410. MSKU(DZHhb).

*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.

Цитологически неоднороден и дифференцирован на три эуплоидные расы с  $2n=18$ , 36 и 54. Преобладают тетраплоиды с  $2n=4x=36$  [6; 7; 9–11]. Другие указания, возможно, ошибочны и относятся к иным, морфологически сходным видам. В Беларуси кариологически изучен хорошо. Исследовано 11 популяций. В 10 из них установлено  $2n=36$  (в одной популяции выявлены гиперплоиды с  $2n=37$ ). В северной части Беларуси обнаружена 18-хромосомная раса [4]. Растения этой популяции (Городокский р/н, оз. Ромашково) заслуживают более тщательного изучения, т.к. они, возможно, относятся к новому для флоры Беларуси виду – *T. maritimum* (L.) W.D.J. Koch. Нами для растений из двух популяций определено ХЧ  $2n=36$ .

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1420. MSKU(DZHhb).

г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка, вблизи пересечения ул. Белые Росы и Дзержинского, пустырь вблизи мебельной фабрики «Зов». Как сорное. Джус. 17/08/2013. № 1454. MSKU(DZHhb).

**Семейство Asparagaceae Juss.**

*Asparagus officinalis* L.

Морфологически и кариологически неоднороден. В пределах ареала встречаются две цитологические расы: ди- и тетраплоидная  $2n=20$  и  $2n=40$  [6; 7; 9–11]. Они, по-видимому, характеризуются географической и таксономической определенностью, хотя изученной и не в полной мере. Более распространены диплоиды. Они, очевидно, соответствуют типовому подвиду, который в основном культивируется как пищевое и декоративное растение. Реже встречается тетраплоидный цитотип, который относят к *ssp. prostratus* (Dumort.) Corb., или даже выделяют в качестве самостоятельного вида *A. prostratus* Dumort. Отличия между этими таксонами заключаются в размерах растений и их отдельных частей (междоузлий, цветоножек, околоцветника). В Беларуси *A. officinalis* s.l. таксономически и кариологически изучен недостаточно. Определено ХЧ у растений из одной популяции. Однако полученные данные противоречивы. В различных частях цитируемой работы для вида указывается как  $2n=20$ , так и  $2n=40$  [4]. Нами для растений из одной (синантропной по происхождению) популяции установлено диплоидное ХЧ  $2n=20$ .

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,1 км к СЗЗ от д. Бережаны, по склону насыпи пруда очистных сооружений «Гродно-азот». Суходольный луг. Джус. 16/08/2013. № 1381. MSKU(DZHhb).

**Семейство Juncaceae Juss.**

*Juncus tenuis* Willd.

Кариологически *J. tenuis* s.l. неоднороден. Для него указываются следующие ХЧ:  $2n=30$ , 32, 40, 42, ~60, 80, 84 [6; 7; 9; 11]. Приуроченности выявленных цитотипов с распространением или морфологическими особенностями не установлено. В Беларуси таксономический состав изучен недостаточно. Помимо *J. tenuis* s.str. обнаружен также *J. dichotomus* Elliot. По данным литературы ХЧ определены у растений из

трех популяций (их таксономическая принадлежность не установлена). В двух из них отмечено  $2n=80$ , а в третьей –  $2n\sim 80$  [4]. Нами для растений из одного местонахождения установлено  $2n\sim 80$ .

Изученный материал: Новогрудский р/н, окрестности д. Рутка-2. Рекультивированный песчаный карьер. Берег временного водоема, злаково-разнотравный луг. 21/08/2013. Бакей С.К. MSKU(DZHhb), GRSU.

### Семейство Poaceae Barnhar

*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.

Цитологически неоднороден, для него определены следующие ХЧ:  $2n=36, 42, 48, 54, 72$ . В большинстве исследований приводится гексаплоидный цитотип с  $2n=6x=54$  [6; 7; 9; 11]. Следует учитывать, что *E. crus-galli* морфологически сходен с другими видами рода, например с *E. microstachya* (Wiegand) Rydb., *E. muricata* (Beauv.) Fernald и иными, которые в странах Европы долгое время не были корректно идентифицированы. Как и в других частях ареала, в Беларуси *E. crus-galli* характеризуется значительным полиморфизмом. Наиболее обычны var. *submutica* Neilr. (с почти безостыми колосками), а также относительно короткоостистая типовая разновидность var. *crus-galli* с осями 0,5–3 см длиной. Реже встречается var. *aristata* S.F. Gray с осями до 3–4 см. Нередко длина остей в значительной степени варьирует даже в пределах одного соцветия. Кариологически в республике *E. crus-galli* s.l. исследован плохо. Изучены растения лишь из одной популяции, в которой было определено  $2n=54$  [4]. Это ХЧ было выявлено и нами.

Изученный материал: г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка, вблизи пересечения ул. Белые Росы и Дзержинского, пустырь вблизи мебельной фабрики «Зов». Как сорное. Джус. 17/08/2013. № 1456. MSKU(DZHhb).

*Poa annua* L.

Кариологически неоднороден. Наиболее распространен тетраплоидный цитотип  $2n=4x=28$ . Сообщается также о нахождении диплоидов  $2n=14$ , гексаплоидов  $2n=42$  и анеуплоидов с  $2n=21$  и  $24-26$  [6; 8; 9; 11]. Возможно, некоторые из этих определений относятся к морфологически близким видам. Например,  $2n=14$  характерно для *P. infirma* Kunth и *P. remota* Forselles (последний вид произрастает и на территории нашей страны). В Беларуси комплекс видов *P. annua* s.l. изучен недостаточно. По данным литературы ХЧ определены у растений из двух популяций. В обеих установлено  $2n=28$  [4]. Нами для растений из одного местонахождения также подтверждено ХЧ  $2n=28$ .

Изученный материал: Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1421. MSKU(DZHhb).

*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.

В кариологическом отношении представлен преимущественно гексаплоидной расой  $2n=6x=42$ . Гораздо реже встречаются диплоиды ( $2n=14$ ) и тетраплоиды ( $2n=28$ ) [6; 8; 9; 11]. В Беларуси из морфологически сходных видов гораздо реже, чем *P. distans*, встречаются также *P. airoides* (Nutt.) Wats. et Coult., *P. fominii* Bilyk, *P. gigantea* (Grossh.) Grossh., *P. hauptiana* (V. Krecz.) Kitag. и *P. nuttalliana* (Schult.) A.S. Hitchc. По литературным данным ХЧ были определены у растений из трех популяций. В двух установлено  $2n\sim 42$ , в одной –  $2n=42$  [4]. Нами изучены 2 популяции, в обоих определено  $2n\sim 40$  (возможно 42).

Изученный материал:

г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка, вблизи пересечения ул. Белые Росы и Дзержинского, пустырь вблизи мебельной фабрики «Зов». Как сорное. Джус. 17/08/2013. № 1452. MSKU(DZHhb).

г. Гродно, ССВ окраина, район Девятровка, у ж.-д. вблизи ул. Лапенковская. Среди ж.-д. путей. Джус. 17/08/2013. № 1438. MSKU(DZHhb).

*Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult.

Неоднородный в кариологическом отношении вид. Преобладает тетраплоид с  $2n=36$ , но определены также ХЧ  $2n=18$  и  $2n=72$ , являющиеся соответственно диплоидами и октоплоидами [6; 8; 9; 11]. Их таксономическая и географическая обособленность не определена. В Беларуси в материале из трех местообитаний установлено  $2n=36$  [4]. Такое же ХЧ определено и нами у растений из двух популяций.

Изученный материал:

Гродненский р/н, Сопоцкинский п/с, 1,5 км к ЮЗЗ от д. Бережаны, обочина грунтовой дороги вблизи прудов очистных сооружений «Гродно-азот». Джус. 16/08/2013. № 1409. MSKU(DZHhb).

г. Гродно, ССВ окраина, район Девятковка, вблизи пересечения ул. Белые Росы и Дзержинского, путь вблизи мебельной фабрики «Зов». Как сорное. Джус. 17/08/2013. № 1451. MSKU(DZHhb).

Таблица 1

**Распределение изученных видов по плоидности и продолжительности жизни**

Малолетники		Многолетники	
диплоиды	полиплоиды	диплоиды	полиплоиды
<i>Chelidonium majus</i> , <i>Spergula arvensis</i> , <i>Urtica urens</i> , <i>Lamium purpureum</i> , <i>Lapsana communis</i> , <i>Tragopogon pratensis</i>	<i>Fumaria officinalis</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Descurainia sophia</i> , <i>Lepidium ruderalis</i> , <i>Malva pusilla</i> , <i>Erodium cicutarium</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Solanum nigrum</i> , <i>Tripleurospermum inodorum</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Setaria pumila</i>	<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i> , <i>Lupinus polyphyllus</i> , <i>Mentha arvensis</i> , <i>Sonchus arvensis</i> , <i>Juncus tenuis</i> , <i>Puccinellia distans</i>

Таблица 2

**Процентное соотношение видов по плоидности и продолжительности жизни среди изученных видов и во флоре Беларуси**

Продолжительность онтогенеза и плоидность	Среди изученных видов, %	Во флоре РБ, %
Малолетники	74	27
диплоиды	22	16
полиплоиды	52	11
Многолетники	26	73
диплоиды	4	29
полиплоиды	22	44

Исследованные нами синантропные виды цветковых растений в большинстве случаев относились к чужеродным (неаборигенным) представителям флоры Беларуси. На территории республики они, в основном, являются археофитами (18 видов). К группе кенофитов относятся *Lupinus polyphyllus*, *Solanum nigrum*, *Juncus tenuis* и *Puccinellia distans*. Статус *Euphorbia cyparissias* во флоре Беларуси окончательно не установлен. Чаще всего он считается кенофитом, но, возможно, некоторые его популяции в западных регионах республики являются аборигенными. В состав сборных видов *Chenopodium album* и *Polygonum aviculare*, по всей вероятности, входят как микровиды, являющиеся археофитами, так и кенофиты. Нами были изучены также два аборигенных вида-апофита – *Asparagus officinalis* и *Poa annua*, некоторые или даже большинство популяций которых на территории республики имеют заносное происхождение.

Среди изученных нами 27 видов большинство (20 видов, или 74%) являются полиплоидами (к полиплоидам нами были также отнесены таксоны с высокими основными ХЧ). Явление полиплоидии более характерно для семейств и родов, которые характеризуются высоким участием в их составе многолетних растений. В связи с этим представляет определенный интерес распределение изученных нами видов по продолжительности их онтогенеза. Оказалось, что среди исследованных видов преобладают малолетники (одно-, двулетники) – 20 видов (74%). Многолетников – 7 видов (16%). Такое их распределение закономерно, т.к. известно, что среди синантропных видов растений Бела-

руси преобладают малолетние виды. Полученные нами результаты о распределении изученных видов по плоидности и продолжительности онтогенеза представлены в табл. 1.

При сравнении полученных данных с имеющимися показателями для флоры Беларуси в целом окажется, что во флоре Беларуси лишь немногим более половины изученных видов (около 55%) являются полиплоидами [4]. Соотношение малолетников и многолетников среди видов нашей страны почти обратно тому, которое получено в ходе наших исследований. Полиплоиды среди малолетних видов флоры Беларуси составляют всего 11% (табл. 2).

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований определенные нами ХЧ у растений синантропного элемента флоры не отличались в большинстве случаев от установленных в Беларуси ранее, за исключением *Galium aparine*, для которого было выявлено 2n~60 и *Asparagus officinalis* – 2n=20. Для других видов проведены повторные определения ХЧ в материале из новых местонахождений. Исходя из полученных данных, выдвинутая гипотеза о преимущественном заселении урбанокомплексов полиплоидными цитотипами чужеродных видов растений в целом подтверждается. Более общий характер данной закономерности должен в дальнейшем быть исследован на примере большего числа синантропных видов цветковых растений, полиморфных по числу ХЧ, а также в других частях их ареалов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриева, С.А. Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга: На примере Березинского биосферного заповедника / С.А. Дмитриева, В.И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1991. – 231 с.
2. Дмитриева, С.А. Кариология флоры Беларуси: [Текст]: автореф. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / С.А. Дмитриева. – Минск, 2000. – 41 с.
3. Николаева, М.Г. Справочник по прорастающим покоящимся семям / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
4. Абрамова, Л.И. Определение числа хромосом и описание их морфологии в меристеме и пыльцевых зернах культурных растений: метод. указания / Л.И. Абрамова. – Л., 1986. – 63 с.
5. Барыкина, Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселовская, А.Г. Девятых, Х.Х. Джалилова, Г.М. Ильина, Н.В. Чубатова. – М.: МГУ, 2004. – 312 с.
6. Болховских, З.В. Хромосомные числа цветковых растений: справочник / З.В. Болховских, В.Г. Гриф, О.И. Захарьева, Т.С. Матвеева; под ред. А.А. Федорова. – Л.: Наука, 1969. – 927 с.
7. Числа хромосом цветковых растений флоры СССР: Семейства Aceraceae–Menyanthaceae / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – СПб.: Наука, 1990. – 509 с.
8. Числа хромосом цветковых растений флоры СССР: Семейства Moraceae–Zygophyllaceae / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – СПб.: Наука, 1993. – 430 с.
9. Botanical Society of the British Isles. Cytology data [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://rbg-web2.rbge.org.uk/BSBI/cytsearch.php>. – Дата доступа: 10.09.2016.
10. Index to Chromosome numbers in Asteraceae [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: [http://www.lib.kobe-u.ac.jp/infolib/meta\\_pub/G0000003asteraceae\\_e](http://www.lib.kobe-u.ac.jp/infolib/meta_pub/G0000003asteraceae_e). – Дата доступа: 10.09.2016.
11. Index to Plant Chromosome Numbers (IPCN) [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.tropicos.org/Project/IPCN>. – Дата доступа: 10.09.2016.

## REFERENCES

1. Dmitriyeva S.A., Parfenov V.I. *Kariologiya flori kak osnova tsitogeneticheskogo monitoringa: Na primere Berезинского biosfernogo zapovednika* [Kariology of Flora as a Basis of Cytogenetic Monitoring: On the Example of Berезina Biosphere Reserve], Minsk, Navuka i tekhnika, 1991, 231 p.
2. Dmitriyeva S.A. *Kariologiya flori Belarusi: avtoref. ... dokt. biol. nauk* [Kariology of Flora in Belarus: Dr.Sc.(Biology) Summary], Minsk, 2000, 41 p.
3. Nikolayeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. *Spravochnik po proraschivaniiu pokoyashchikhsia semian* [Reference Book of Germination of Stored Seeds], L., Nauka, 1985, 347 p.
4. Abramova L.I. *Opredeleniye chisla khromosom i opisanie ikh morfologii v meristeme i piltsevykh zernakh kulturnikh rastenii: Metodicheskiye ukazaniya* [Identification of the Number of Chromosomes and Description of their Morphology in Meristeme and Pollen Grains of Cultural Plants: Guidelines], L., 1986, 63 p.
5. Barykina R.P., Veselovskaya T.D., Deviatov A.G., Dzhallilova Kh.Kh., Ilyina G.M., Chubatova N.V. *Spravochnik po botanicheskoi mikrotekhnike. Osnovi i metodi* [Directory on Botanical Microtechniques. Bases and Methods], M., MGU, 2004, 312 p.
6. Bolkhovskikh Z.V., Grif V.G., Zakharyeva O.I., Matveyeva T.S. *Khromosomniye chisla tsvetkovykh rastenii: Spravochnik* [Chromosome Numbers of Flower Plants], L., Nauka, 1969, 927 p.
7. Takhtadzhan A.L. *Chisla khromosom tsvetkovykh rastenii flori SSSR: Semeistva Aceraceae–Menyanthaceae* [Numbers of Chromosomes of Flower Plants of flora of the USSR: the Family of Aceraceae–Menyanthaceae], Spb., Nauka, 1990, 509 p.
8. Takhtadzhan A.L. *Chisla khromosom tsvetkovykh rastenii flori SSSR: Semeistva Moraceae–Zygophyllaceae* [Numbers of Chromosomes of Flower Plants of flora of the USSR: the Family of Moraceae–Zygophyllaceae], Spb., Nauka, 1993, 430 p.
9. Botanical Society of the British Isles. Cytology data 2013, Available at: <http://rbg-web2.rbge.org.uk/BSBI/cytsearch.php>. Accessed: 10.09.2016.
10. Index to Chromosome numbers in Asteraceae 2013, Available at: [http://www.lib.kobe-u.ac.jp/infolib/meta\\_pub/G0000003asteraceae\\_e](http://www.lib.kobe-u.ac.jp/infolib/meta_pub/G0000003asteraceae_e). Accessed: 10.09.2016.
11. Index to Plant Chromosome Numbers (IPCN), 2013. Available at: <http://www.tropicos.org/Project/IPCN>. Accessed: 10.09.2016.

Поступила в редакцию 24.10.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: irina-lil@yandex.ru – Запасник-Безпалько И.Г.

## Воздействие *Acer negundo* L. на восстановительную сукцессию в ландшафтах Беларуси

А.П. Гусев\*, Н.С. Шпилевская\*, Д.В. Веселкин\*\*

\*Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

\*\*Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН

Актуальной проблемой является изучение инвазий чужеродных видов, которые вызывают негативные экологические последствия. Среди чужеродных видов наибольший вред наносят виды-трансформеры (чужеродные виды, способные преобразовывать структуру и функционирование экосистем). *Acer negundo* L. – один из чужеродных видов-трансформеров, вторгшихся в ландшафты Беларуси.

Цель исследований – изучение влияния *Acer negundo* на восстановительные сукцессии в условиях Беларуси.

**Материал и методы.** Исследования выполнялись на территории юго-востока Беларуси. Метод – геоботаническая съемка. При обработке материалов использовался метод Браун-Бланке.

**Результаты и их обсуждение.** Изучено вторжение *Acer negundo* в восстановительную сукцессию. Формирование сообщества *Acer negundo*-*Calamagrostis epigeios* произошло через 13 лет после начала сукцессии. Описаны сообщества *Acer negundo* в 3 местообитаниях, расположенных в антропогенных ландшафтах. Для данных сообществ характерно присутствие синантропных (*Artemisia vulgaris*, *Conium maculatum* и др.) и чужеродных (*Conyza canadensis*, *Stenactis annua*, *Impatiens glandulifera*, *Robinia pseudoacacia*, *Physocarpus opulifolius*) видов.

**Заключение.** Вторжение *Acer negundo* в сукцессию имело последствия: снижение видового богатства, угнетение древесного подростка, длительное сохранение высокого уровня синантропизации, ингибирование направленной смены растительных сообществ.

**Ключевые слова:** растительность, сукцессия, ландшафт, чужеродные виды, *Acer negundo*, задержка сукцессии.

## Impact of *Acer negundo* L. on Regenerative Succession in Landscapes of Belarus

A.P. Gusev\*, N.S. Shpileuskaya\*, D.V. Veselkin\*\*

\*Educational Establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

\*\*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences

Studying invasion of alien species which cause negative ecological consequences is an urgent issue. Among alien species the greatest harm is done by species-transformers (alien species capable of transforming structure and function of ecosystems). *Acer negundo* L. is one of the alien species-transformers which have invaded into landscapes of Belarus.

The purpose of the research is studying the impact of *Acer negundo* on regenerative successions in the conditions of Belarus.

**Material and methods.** The research was carried out in the territory of the southeast of Belarus. The research method is geobotanical survey. While processing the materials the method of Braun-Blanquet was used.

**Findings and their discussion.** Invasion of *Acer negundo* into regenerative succession is studied. Community of *Acer negundo*-*Calamagrostis epigeios* formation occurred 13 years after the beginning of succession. Communities of *Acer negundo* in 3 habitats, which are located in anthropogenic landscapes, are described. For the given communities the presence of synanthropic (*Artemisia vulgaris*, *Conium maculatum*, etc.) and alien (*Conyza canadensis*, *Stenactis annua*, *Impatiens glandulifera*, *Robinia pseudoacacia*, *Physocarpus opulifolius*) species is characteristic.

**Conclusion.** Invasion of *Acer negundo* in plant succession had consequences: decrease in specific riches, oppression of renewal woods species, long preservation of high level of synanthropization, inhibition of the directed changes of plant communities.

**Key words:** vegetation, succession, landscape, alien species, *Acer negundo*, delay of succession.

**К**лен ясенелистный (*Acer negundo* L.) – один из чужеродных видов, вторгшийся в ландшафты Европы [1–3]. Представляет собой дерево высотой до 20–25 м. Природный ареал – Северная Америка (от Скалистых гор до Атлантического побережья, от Канады до Флориды). Интродуцирован в Европу в XVII веке (Англия, Голландия, Германия). В России *Acer negundo* известен с конца XVIII века, в Прибалтике и Украине – с начала XIX века, на Урале и Западной Сибири – с конца XIX ве-

ка. К настоящему времени *Acer negundo* сформировал на территории Евразии весьма обширный ареал. Культивируется в парках, лесопосадках вдоль дорог, на пасаках. Во многих местах он вышел из культуры и внедрился в природные экосистемы [1].

Основной способ рассеивания семян *Acer negundo* – ветром, реже потоками воды. Скорость расселения ветром – 1 м в год. Скорость расселения с учетом антропогенных факторов – 100 м в год. Всюду размножается самосевом. Опыляется *Acer negundo* преимущественно ветром и частично пчелами. Начинает плодоносить в возрасте от 5 лет (на открытом месте) до 15–20 лет (под пологом леса). Продуктивность – более 100–500 тысяч крылаток-семян на 1 дерево. Максимальный возраст *Acer negundo* – около 100 лет [1].

*Acer negundo* имеет чрезвычайно широкий экологический диапазон за счет высокой толерантности к дефициту почвенной влаги и питательных веществ. Выдерживает подтопление. В естественном ареале встречается в различных типах экосистем – на болотах, в пойменных лесах, широколиственных лесах, хвойных лесах с елью и сосной, в дубовых редколесьях, в прериях и т.д. В Европе распространен в поймах рек и антропогенно нарушенных лесах. Заселил многочисленные антропогенные экотопы – заброшенные поля и сады, обочины железных и автомобильных дорог, парки, населенные пункты, свалки и т.д. Вследствие этого получил название «дерево-сорняк» [1].

*Acer negundo* воздействует на природные экосистемы за счет высокой продуктивности, может конкурентно вытеснять другие виды деревьев, создавая затенение, потребляя биогенные химические элементы. Воздействует на здоровье человека: пыльца *Acer negundo* является аллергеном. Включен в Черную книгу Средней России как опасный инвазионный вид [1].

По Л.М. Абрамовой [4] *Acer negundo* относится к так называемым «трансформерам» – т.е. видам, полностью меняющим тип растительности, преобразовывающим структуру и функционирование экосистем. *Acer negundo* в городах формирует своеобразный тип лесов, в котором растущая под древесным пологом скудная травянистая растительность представлена преимущественно синантропными видами растений.

По данным М.В. Костина и др. [3] *Acer negundo* постепенно проникает в нарушенные, но еще сохраняющие способность к самовосстановлению, леса и может образовывать заросли на месте лесов, пораженных короедом-типографом. Причем, высокая плотность его зарослей приводит к истощению почвенных ресурсов и создает предпосылки для распространения ряда заболеваний. Усиление этих тенденций может явиться фактором, который, в конце концов, сдержит агрессивную экспансию этого вида во вторичном ареале.

Высокая конкурентная способность *Acer negundo*, предположительно, обусловлена его аллелопатическими свойствами. Так, установлено, что вытяжки из почвы, взятой под кронами *Acer negundo*, снижали в среднем на 30% энергию прорастания семян редиса и развитие проростков кресс-салата. Физиологически активные вещества, которые содержатся под кронами клена, действуют как ингибиторы роста [5].

Наши исследования показывают, что *Acer negundo* – один из наиболее распространенных древесных видов в антропогенных ландшафтах Беларуси. Так, установлена связь между распространенностью *Acer negundo* и фрагментацией лесного покрова: чем больше фрагментация, тем чаще встречается *Acer negundo* в лесных экосистемах. Встречаемость *Acer negundo* существенно выше в старовоенных ландшафтах, например, в лесах на месте бывших сельскохозяйственных земель он встречается в 3 раза чаще, чем в длительно существующих лесах. Местами *Acer negundo* образует целые лесные сообщества [6; 7].

Важной задачей является выяснение вопросов: способен ли *Acer negundo* задерживать сукцессионные процессы в ландшафтах Беларуси? в каких условиях *Acer negundo* ингибирует сукцессию? сколько времени могут существовать экосистемы, представляющие собой монодоминантные заросли *Acer negundo*? как воздействует *Acer negundo* на биологическое разнообразие лесов? Пока ясности в этом отношении нет.

Цель исследований – изучение влияния *Acer negundo* на восстановительные сукцессии в условиях Беларуси. Решаемые задачи: анализ повторных геоботанических съемок на постоянных пробных площадках; геоботаническая съемка сообществ с доминированием *Acer negundo*; выяснение характеристик сообществ с доминированием *Acer negundo*; изучение механизмов воздействия *Acer negundo* на другие виды растений.

**Материал и методы.** Исследования проводились на территории юго-востока Беларуси. Для данной территории характерны следующие климатические особенности: средняя температура самого холодного месяца (январь) –  $-7^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура самого теплого месяца (июль) –  $+18,5^{\circ}\text{C}$ ; годовая сумма температур выше  $10^{\circ}$  – более 2800; годовое количество осадков – около 600 мм; коэффициент увлажнения – 1,3. По гидротермическим показателям территория относится к суббореальным гумидным (широколиственно-лесным) ландшафтам. Зональные экосистемы – широколиственно-сосновые леса на дерново-подзолистых почвах.

Метод исследований – геоботаническая съемка на пробных площадках, в том числе постоянных пробных площадках. Проективное покрытие определяли по 5-балльной шкале: (+) – меньше 1%; 1 – менее 5%; 2 – 6–15%; 3 – 16–25%; 4 – 26–50%; 5 – более 50%. Геоботанические описания сводили в фитоценологические таблицы и для каждого вида устанавливали класс постоянства: I – менее 20%; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100%. При обработке материалов использовался метод Браун-Бланке [8; 9]. Названия растений даны по сводке С.К. Черепанова [10].

Изучение влияния *Acer negundo* на восстановительную сукцессию проводилось на ключевом участке (общая площадь 200 м<sup>2</sup>), который находится на южной окраине города Гомеля, в окружении урбанизированного (с севера) и лесного (с юга) ландшафтов. В пределах ключевого участка размещалось 5 пробных площадок 5x5 м. Мониторинг восстановительной сукцессии проводился в 2003–2016 гг. Геоботанические съемки осуществлялись ежегодно (первая неделя августа).

Сообщества с доминированием были исследованы в 3 местообитаниях: 1 – «Кристалл» (южная окраина г. Гомеля); 2 – «Большевик» (в районе н.п. Большевик, 15 км на север от г. Гомеля); 3 – «Прудок» (северо-восточная окраина г. Гомеля).

**Результаты и их обсуждение.** На ключевом участке, расположенном на южной окраине города Гомеля, в течение 2003–2016 гг. проводилось наблюдение за восстановительной сукцессией на строительной площадке. Начальная стадия сукцессии (2003 год) была представлена сообществом с преобладанием видов класса Chenopodietea – *Chenopodium album* L., *Persicaria scabra* (Moench) Moldenke, *Atriplex patula* L., *Setaria pumila* (Poir.) Schult., *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Coryza canadensis* (L.) Cronqist и другие (73,3% от всех видов). Преобладающая жизненная форма – терофиты (80,0% от всех видов).

В 2004–2005 гг. доминирование перешло к видам класса Artemisietea – *Artemisia vulgaris* L., *Oenothera biennis* L., *Mellilotus albus* Medikus и другие (35,7% от всех видов). Доля видов класса Chenopodietea значительно уменьшилась (до 13,3%). В спектре жизненных форм стали преобладать гемикриптофиты.

С 2006 г. формируется сообщество с доминированием *Elytrigia repens* (L.) Nevski. В 2007 г. впервые на ключевом участке появляется подрост *Acer negundo* (табл. 1).

В период 2007–2016 гг. произошла смена доминантов. Доминанты 2007 г. *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa pratensis* L., *Artemisia vulgaris* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg. значительно снизили проективное покрытие и постоянство. В травяном покрове подавляющее господство приобрел *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Подрост *Acer negundo* распространился по всему ключевому участку и затенил кронами более 50% его площади. Таким образом, через 13 лет после начала сукцессии образовалось сообщество *Acer negundo*-*Calamagrostis epigeios*, которое характеризуется относительно высокой синантропизацией (47,8%) и адвентизацией (13,0%). В спектре жизненных форм представлены гемикриптофиты (52,2%), фанерофиты (17,4%), терофиты (13,0%), геофиты (8,7%). Фитосоциологический состав характеризуется преобладанием видов рудерального класса Artemisietea (21,7%) и лугового класса Molinio-Arrhenatheretea (21,7%).

В данном случае мы наблюдаем начало спонтанного формирования зарослей *Acer negundo*, которые позже образуют сообщество класса Robinietea Jurko ex Hadac et Sofron 1980 (городская спонтанная древесная растительность и сообщества искусственных насаждений).

В непосредственной близости от ключевого участка, на котором ведется мониторинг восстановительной сукцессии, располагаются насаждения *Acer negundo*, имеющие возраст 20–30 лет.

Это сообщество («Кристалл») находится в окружении урбанизированного (с севера) и лесного (с юга) ландшафтов. Сомкнутость древесного яруса – 0,9–1,0. Проективное покрытие травяного яруса 10–50%. В описаниях отмечено 12 видов. Видовое богатство – 4–7 видов на 100 м<sup>2</sup>. В подросте преобладает *Acer negundo* (численность 1000–3000 шт./га, 83% от общей численности). В фитосоциологическом составе: Artemisietea – 25,0% и Robinietea – 16,7%.

Внедрение клена ясенелистного в сукцессию на строительной площадке  
(приведены только виды, встречающиеся с постоянством II–V)

Вид	Год съемки				
	2007	2009	2012	2014	2016
<i>Acer negundo</i> L.	I	IV	V.1–3	V.4–5	V.5
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	V.1–2	V.1–3	V.1–2	IV	II
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	I	II	IV	III	III
<i>Arctium lappa</i> L.	III	–	I	–	–
<i>Cichorium intybus</i> L.	III	III	II	III	II
<i>Oenothera biennis</i> L.	IV	V.1–2	III	II	–
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	–	II	III	–	–
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	V.4–5	V.2–3	V.1–2	IV	II
<i>Poa pratensis</i> L.	V.1–2	II	III	III	II
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	–	I	–	III	I
<i>Achillea millefolium</i> L.	II	V.1–2	V.1–2	V.1–2	II
<i>Trifolium pratense</i> L.	III	I	–	I	–
<i>Dactylis glomerata</i> L.	I	I	–	II	I
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	V.1–2	V.1	II	I	I
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	IV	I	V.1–3	IV	IV
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	II	V.1–3	V.4–5	V.5	V.5
<i>Solidago virgaurea</i> L.	–	II	II	I	I
<i>Stenactis annua</i> (L.) Cass.	IV	III	I	III	III
<i>Salix caprea</i> L.	II	II	–	–	–
<i>Frangula alnus</i> Mill.	–	II	I	II	I
Всего видов	25	32	23	29	23
Общее проективное покрытие, %	87,0	95,0	85,0	100,0	100,0

Сообщество с доминированием *Acer negundo* («Большевик») находится в окружении сельскохозяйственного ландшафта. Возраст насаждения *Acer negundo* составляет 30–40 лет. Сомкнутость древесного яруса – 0,9–1,0. Проективное покрытие травяного яруса 20–60%. В описаниях отмечено 17 видов. Видовое богатство – 6–10 видов на 100 м<sup>2</sup>. В подросте только *Acer negundo* (численность 1500–3000 шт./га). В фитоценологическом составе: Chenopodietea – 17,6%, Artemisietae – 29,4%, Molinio-Arrhenatheretea – 23,5%, Robinietea – 11,8%.

Еще одно сообщество с доминированием *Acer negundo* («Прудок») находится в окружении сельскохозяйственного (с востока) и городского (с запада) ландшафтов. Возраст насаждения *Acer negundo* составляет 30–40 лет. Сомкнутость древесного яруса – 0,9–1,0. Проективное покрытие травяного яруса 30–70%. В описании отмечено 23 вида. Видовое богатство – 9–11 видов на 100 м<sup>2</sup>. В подросте доминирует *Acer negundo* (численность 2000–4000 шт./га). Фитоценологический состав: Chenopodietea – 8,7%, Artemisietae – 17,4%, Molinio-Arrhenatheretea – 4,3%, Robinietea – 17,4%, Galio-Urticetea – 8,7%.

Доминантами рассмотренных сообществ являются *Acer negundo* в древесном ярусе и *Chelidonium majus* L. в травяном ярусе. Часто могут встречаться *Urtica dioica* L., *Artemisia vulgaris* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Geum urbanum* L., *Arctium lappa* L. Следовательно, видовой состав таких сообществ может варьировать (табл. 2).

Для всех изученных сообществ характерно присутствие синантропных видов (*Artemisia vulgaris*, *Coryza canadensis*, *Conium maculatum* и др.), которые, как правило, не встречаются в лесных сообществах. Отличительной чертой является обилие чужеродных видов различных жизненных форм – от однолетников (*Coryza canadensis*, *Stenactis annua*, *Impatiens glandulifera*) до деревьев и кустарников (*Robinia pseudoacacia*, *Physocarpus opulifolius*). Это обуславливает аномально высокую для лесных сообществ степень синантропизации и адвентизации (табл. 3).

Таблица 2

**Видовой состав сообществ с доминированием *Acer negundo* L.  
(приведены только виды, встречающиеся с постоянством II–V)**

Вид	Местообитания			Класс растительности по Браун-Бланке
	I	II	III	
<i>Acer negundo</i> L.	V.5	V.5	V.5	Robinietaea
<i>Chelidonium majus</i> L.	III	V.2–4	V.2–4	Robinietaea
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	–	–	III	Robinietaea
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	–	II	IV	Artemisietea
<i>Arctium lappa</i> L.	–	III	III	Artemisietea
<i>Conium maculatum</i> L.	–	II	–	Artemisietea
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	II	–	–	Galio-Urticetea
<i>Urtica dioica</i> L.	III	III	III	Galio-Urticetea
<i>Geum urbanum</i> L.	II	–	II	Galio-Urticetea
<i>Dactylis glomerata</i> L.	–	III	–	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	–	II	II	Molinio-Arrhenatheretea
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronqist	–	I	III	Chenopodietaea
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	III	–	III	–
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	–	–	III	–
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	–	–	II	–
<i>Stenactis annua</i> (L.) Cass.	–	–	II	–
Всего видов	13	17	23	

**Примечание:** I – «Кристалл»; II – «Большевик»; III – «Прудок».

Таблица 3

**Характеристика сообществ с доминированием *Acer negundo* L.**

Показатель	Местообитания		
	I	II	III
Сомкнутость древесного яруса	0,96* (0,9–1,0)**	0,95 (0,9–1,0)	0,8 (0,7–0,9)
Общее проективное покрытие травяного яруса, %	32,0 (10–50)	38,0 (20–60)	44,0 (30–70)
Видовое богатство, видов на 100 м <sup>2</sup>	5,4 (4–7)	7,2 (6–10)	10,2 (9–11)
Численность подроста <i>Acer negundo</i> L., тыс. шт.	1,9 (1,0–3,0)	2,0 (1,5–3,0)	3,0 (2,0–4,0)
Доля <i>Acer negundo</i> L. в подросте, %	90,4	100,0	81,1
Синантропизация, %	46,2	61,1	73,9
Адвентизация, %	23,1	16,7	47,8

**Примечание:** I – «Кристалл»; II – «Большевик»; III – «Прудок»; \* – среднее значение; \*\* – минимальное и максимальное значение.

Сообщества с доминированием *Acer negundo* имеют высокую сомкнутость древесного яруса (табл. 3), которая обуславливает значительную затененность на нижних ярусах. Проективное покрытие травяного яруса составляет 10–70%, чаще всего 30–40%. Типично низкое видовое богатство – 4–11 видов на 100 м<sup>2</sup> (в 2–3 раза меньше, чем в березово-осиновых или сосновых лесах аналогичного возраста).

В подросте изученных сообществ также доминировал *Acer negundo* (80–100% от общей численности подроста древесных видов). Жизненные (онтогенетические) спектры ценопопуляций *Acer negundo* характеризуются как «нормальные», т.е. способные к самовозобновлению.

Следует особо отметить, что все изученные сообщества *Acer negundo* находились в антропогенно преобразованном окружении (представляли собой «острова» в антропогенном или природно-

антропогенном ландшафте). Предполагается, что в таких условиях популяции местных деревьев-конкурентов *Acer negundo* ослаблены или отсутствуют. Исходя из этого, сообщества *Acer negundo* (как и других чужеродных видов-трансформеров [11]) могут служить индикаторами задержки восстановительных процессов, которая, в свою очередь, является важным критерием оценки экологического состояния ландшафта [12–14].

Как выше указывалось, конкурентное преимущество *Acer negundo* может быть обусловлено его аллелопатическими свойствами: способностью выделять вещества, ингибирующие рост других растений [5].

Для лучшего понимания механизмов внедрения *Acer negundo* в аборигенные сообщества проведены исследования микоризы и других биологических свойств [15]. На основе анализа микоризы у *Acer negundo* из 17 местообитаний на Среднем (подзона южной тайги) и Южном Урале (пойменные местообитания степной зоны и горно-широколиственные леса) установлено, что *Acer negundo* в генеративном возрастном состоянии всегда формирует арбускулярную микоризу типичного строения. Но успешность микоризообразования между разными местообитаниями сильно варьирует. Встречаемость грибных гиф и их видоизменений (арбускул и везикул) в корнях *Acer negundo* в разных местообитаниях варьирует от 3 до 80%, составляя в среднем  $32 \pm 12\%$  (приведены доверительные интервалы). В 2014 г. рекогносцировочно были исследованы микоризы *Acer negundo* в Беларуси (сообщество «Кристалл») и интенсивность микоризообразования была  $29 \pm 15\%$ . Установлено, что изучаемый вид успешно формирует микоризу в неблагоприятных условиях, когда его корни развиваются в запечатанных почвах – под слоем асфальтового покрытия.

Специальное сравнение микоризообразования у *Acer negundo* с другими представителями Асегасеae, произрастающими на Среднем и Южном Урале (*Acer platanoides*, *Acer ginnala*, *Acer tataricum*), показало, что микориза у инвазивного вида развивается с той же интенсивностью, что и у иных видов клена в сходных местообитаниях.

Следовательно, при наблюдениях в естественных, в той или иной мере антропогенно нарушенных местообитаниях, у *Acer negundo* обнаружен довольно широкий диапазон изменчивости оценок микоризообразования, но не найдено свидетельств факультативности арбускулярной микоризы. У каждой обследованной особи микоризы встречались хотя бы в небольшом количестве. Способность *Acer negundo* в широких пределах регулировать микоризообразование, но не отказываться от этого взаимодействия даже в экстремальных условиях, является одним из функциональных свойств, позволяющих виду не только осваивать нарушенные местообитания, но и успешно конкурировать с местными растениями за почвенные ресурсы.

Можно предположить, что сочетание высокой экологической толерантности и продуктивности, аллелопатических свойств и особенностей микоризообразования в условиях антропогенного окружения дают *Acer negundo* значительные преимущества перед местными видами. В результате в антропогенных ландшафтах формируются сообщества *Acer negundo*, способные к самоподдержанию в течение длительного времени и останавливающие дальнейшую сукцессионную смену.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что в условиях природно-антропогенных ландшафтов Беларуси *Acer negundo* вполне способен задерживать восстановительные сукцессии растительности. Вторжение этого вида, как правило, происходит на начальных стадиях сукцессии (бурьянистая или луговая). По мере формирования зарослей *Acer negundo* светолюбивые луговые виды вытесняются, но заселения тенивыносливых лесных видов не происходит. Во всех изученных сообществах *Acer negundo* данный вид доминировал в подросте, что указывает на его способность самовоспроизводиться в таких условиях. В сообществах *Acer negundo* с возрастом древостоя 30–40 лет признаки смены доминанта какими-либо другими деревьями отсутствуют.

Сообщества характеризуются аномально высокой для древесных насаждений степенью синантропизации и адвентизации. Они имеют высокую сомкнутость древесного яруса, которая обуславливает значительную затененность на нижних ярусах. Проективное покрытие травяного яруса здесь в среднем составляет 30–40%. Типично низкое видовое богатство – 4–11 видов на 100 м<sup>2</sup>.

Одним из функциональных свойств *Acer negundo*, позволяющих ему осваивать нарушенные местообитания и успешно конкурировать с местными видами, является способность в широких пределах регулировать микоризообразование.

Исследования выполнены при финансовой поддержке БРФФИ в рамках научного проекта № Б16Р-198.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова, Ю.К. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России) / Ю.К. Виноградова, С.П. Майоров, Л.В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2009. – 494 с.
2. Фирсов, Г.А. Обзор древесных экзотов, дающих самосев в г. Санкт-Петербурге (Россия) / Г.А. Фирсов, В.В. Бялт // Рос. журнал биол. инвазий. – 2015. – № 4. – С. 129–152.
3. Костина, М.В. К вопросу о вторжении клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в подмосковные леса / М.В. Костина, О.И. Ясинская, Н.С. Барабанщикова, Ф.А. Орлюк // Рос. журнал биол. инвазий. – 2015. – № 4. – С. 72–80.
4. Абрамова, Л.М. О классификации сообществ с инвазивными видами / Л.М. Абрамова // Известия Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 945–949.
5. Еременко, Ю.А. Аллелопатическая активность инвазивных древесных видов / Ю.А. Еременко // Рос. журнал биол. инвазий. – 2014. – № 2. – С. 33–39.
6. Гусев, А.П. Растительные инвазии и индикация экологического состояния ландшафта / А.П. Гусев // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. – 2012. – № 12. – С. 181–188.
7. Gusev, A.P. Land-Use History as a Factor of the Contemporary State of a Plant Cover: An Example from Southeastern Belarus / A.P. Gusev // Contemporary Problem of Ecology. – 2014. – Vol. 7, № 2. – P. 182–186.
8. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 S.
9. Миркин, Б.М. Современная наука о растительности: учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
10. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
11. Gusev, A.P. The Impact of Invasive Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis* L.) on Regenerative Succession in Old Fields (the Southeast of Belarus) / A.P. Gusev // Russian Journal of Biological Invasions. – 2015. – Vol. 6, № 2. – P. 74–77.
12. Gusev, A.P. Features of Plant Succession in Landscapes Disturbed by Anthropogenic Activity (by Example of Southeastern Belarus) / A.P. Gusev // Contemporary Problems of Ecology. – 2012. – Vol. 5, № 2. – P. 174–178.
13. Гусев, А.П. Динамика растительности как индикатор ландшафтно-экологической ситуации / А.П. Гусев // Природные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 117–124.
14. Гусев, А.П. Оценка потенциала самовосстановления растительности в техногенных ландшафтах (на примере юго-востока Беларуси) / А.П. Гусев // Рос. журнал прикладной экологии. – 2015. – № 3. – С. 8–12.
15. Веселкин, Д.В. Микоризообразование у клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в градиенте урбанизации / Д.В. Веселкин, Н.Э. Прокина // Рос. журнал биол. инвазий. – 2016. – № 1. – С. 31–40.

## REFERENCES

1. Vinogradova Y.K., Mayorov S.R., Khorun L.V., *Chernaya kniga flori Srednei Rossii (Chuzherodniye vidy rasteniy v ekosistemakh Srednei Rossii)* [Black Book of Flora of Middle Russia (Alien Species of Plants in Ecosystems of Middle Russia)], M.: GEOS, 2009, 494 p.
2. Firsov G.A., Byalt V.V. *Rossiyski zhurnal biologicheskikh invaziy* [Russian Journal of Biological Invasions], 2015, 4, pp. 129–152.
3. Kostina M.V., Yasinskaya O.I., Barabanshchikova N.S., Orliuk F.A. *Rossiyski zhurnal biologicheskikh invaziy* [Russian Journal of Biological Invasions], 2015, 4, pp. 72–80.
4. Abramova L.M. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara Scientific Center of RAS], 2012, 14, 1, pp. 945–949.
5. Eremenko J.A. *Rossiyski zhurnal biologicheskikh invaziy* [Russian Journal of Biological Invasions], 2014, 2, pp. 33–39.
6. Gusev A.P. *Vestnik Tiimenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Tyumen State University], 2012, 12, p. 181–188.
7. Gusev, A.P. Land-Use History as a Factor of the Contemporary State of a Plant Cover: An Example from Southeastern Belarus // Contemporary Problem of Ecology, 2014, Vol. 7, № 2, pp. 182–186.
8. Braun-Blanquet, J. *Pflanzensociologie* / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 S.
9. Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomesh A.I. *Sovremennaya nauka o rastitelnosti: Uchebnik* [Moderne Science of Vegetation; Manual], M.: Logos, 2002, 264 p.
10. Cherepanov S.K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredelnikh gosudarstv (v predelakh bivshego SSSR)* [Vessel Plants of Russia and Borderline Countries (within the Former USSR)], SPb.: Mir i semya, 1995, 992 p.
11. Gusev A.P. The Impact of Invasive Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis* L.) on Regenerative Succession in Old Fields (the Southeast of Belarus) // Russian Journal of Biological Invasions, 2015, Vol. 6, № 2, pp. 74–77.
12. Gusev A.P. Features of Plant Succession in Landscapes Disturbed by Anthropogenic Activity (by Example of Southeastern Belarus) // Contemporary Problems of Ecology, 2012, Vol. 5, № 2, pp. 174–178.
13. Gusev A.P. *Prirodnye resursy* [Natural Resources], 2015, 2, pp. 117–124.
14. Gusev A.P. *Rossiyski zhurnal prikladnoy ekologii* [Russian Journal of Applied Ecology], 2015, 3, pp. 8–12.
15. Veselkin D.V., Prokina N.E. *Rossiyski zhurnal biologicheskikh invaziy* [Russian Journal of Biological Invasions], 2016, 1, pp. 31–40.

Поступила в редакцию 19.10.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: gusev@igsu.by – Гусев А.П.

## Влияние антропогенных факторов окружающей среды на респираторную систему взрослого населения

**М.А. Щербакова**

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

*На систему органов дыхания приходится большая антропогенная нагрузка. По прогнозам специалистов, XXI век станет веком легочной патологии из-за резких экологических изменений.*

*Цель статьи – оценить влияние факторов окружающей среды на респираторную систему взрослого населения.*

**Материал и методы.** *Оценивалось эколого-гигиеническое состояние атмосферного воздуха промышленного города. Воздействие на организм человека вредных веществ, содержащихся в воздухе, изучали с помощью эколого-эпидемиологического анализа распространения заболеваний органов дыхания среди всего городского и взрослого населения г. Витебска. Результаты исследований были статистически обработаны с применением профессионального пакета прикладных программ STATISTICA, версия 6.0 (StatSoft, USA), Biostat 4.03, MS Excel 2003.*

**Результаты и их обсуждение.** *Установлено, что комплекс факторов, характерных для окружающей среды современного города, оказывает существенное влияние на рост общей заболеваемости населения, увеличение распространенности острых респираторных заболеваний, хронических неспецифических заболеваний легких, аллергических заболеваний, а также на средний возраст развития и тяжесть течения таких распространенных хронических заболеваний, как бронхиальная астма. В последнее время в промышленно развитых странах динамика этих заболеваний приобрела угрожающий характер, причем каждые 10 лет подобные показатели удваиваются. Лица с данной группой заболеваний составляют от 5 до 20% по отношению ко всему населению.*

**Заключение.** *Несмотря большое на число конкретных данных изучения окружающей среды и человека, до настоящего времени отсутствует целостное представление о биологическом воздействии аэропозитантов на организм человека. Адаптация и оценка адекватных и неадекватных изменений в организме, вызванных воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, остаются одними из наиболее актуальных.*

**Ключевые слова:** *атмосфера, антропогенные факторы, респираторная система, взрослое население, хронические неспецифические заболевания легких, бронхиальная астма, хронический бронхит, функция внешнего дыхания.*

## Impact of Anthropogenic Factors of the Environment on Adult Population Respiratory System

**M.A. Shcherbakova**

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

*Respiratory system is under strong anthropogenic influence. Specialists forecast that the 21<sup>st</sup> century will be the century of lung pathology.*

*The purpose is to assess the impact of environmental factors on adult respiratory system.*

**Material and methods.** *Ecological and hygienic state of the industrial city atmospheric air was assessed. Air harmful substances impact on human body was studied with the help of the ecological and epidemiological analysis of the spread of respiratory organ diseases among the whole adult population of the City of Vitebsk. The research findings were statistically processed with applied programs packet of STATISTICA, version 6.0 (StatSoft, USA), Biostat 4.03, MS Excel 2003.*

**Findings and their discussion.** *It was found out that a complex of factors, which are typical of the contemporary city environment, has a considerable impact on the growth of general diseases of the population, increase in sharp respiratory diseases, chronic non-specific lung diseases, allergies as well as on the average age of the development and severity of such widespread chronic diseases as bronchial asthma. Recently the dynamics of these diseases in industrially developed countries has become threatening, every 10 years these parameters being doubled. People with this group of diseases make up 5 to 10% of the whole population.*

**Conclusion.** *However there are a big number of data of the environment and human studies there has been no wholesome picture of the biological impact of air pollutants on human body so far. Adaptation and assessment of adequate and inadequate changes in the human body, which are caused by unfavorable environmental factors impact, still stay as the most urgent.*

**Key words:** *atmosphere, anthropogenic factors, respiratory system, adult population, chronic non-specific lung diseases, bronchial asthma, chronic bronchitis, function of outer respiration.*

Состояние здоровья как экпатологическая проблема в последнее десятилетие является актуальной, поскольку отмечается тенденция к увеличению частоты и тяжести заболеваний. По мнению многих ученых, оценка роли неблагоприятных воздействий на организм человека, связанных с загрязнением окружающей среды, представляет важнейшую задачу биологической науки на современном этапе [1; 2].

На систему органов дыхания приходится большая антропогенная нагрузка. По прогнозам специалистов, XXI век станет веком легочной патологии из-за резких экологических изменений, и болезни органов дыхания будут делить первые места с патологией сердечно-сосудистой системы и новообразованиями [1; 3; 4].

Рост числа болезней органов дыхания, угрожающих жизни пациентов, очевидно, связан с совместным комплексным воздействием аллергенов и химических загрязнителей окружающей среды. Анализ современной литературы позволяет считать, что промышленные токсические вещества влияют не только на людей, занятых на производстве, но и на население так называемых селитебных зон путем загрязнения окружающей среды [5; 6].

Цель статьи – оценить влияние факторов окружающей среды на респираторную систему взрослого населения.

**Материал и методы.** Для решения задач, поставленных в работе, оценивалось экологигиеническое состояние атмосферного воздуха промышленного города (на примере г. Витебска). Анализировалось загрязнение атмосферного воздуха в разных районах города. Рассчитывались комплексные и анализировались отдельные показатели загрязнения атмосферного воздуха поллютантами. Формировалась база данных 20 комплексных и отдельных количественных показателей загрязнения атмосферного воздуха за пять лет. Параллельно создавалась база данных общей и первичной заболеваемости всего городского и взрослого городского населения болезнями органов дыхания г. Витебска за пять лет [3].

Оценивалось влияние 20 комплексных и отдельных показателей загрязнения атмосферного воздуха на уровни заболеваемости (общей и первичной) болезнями органов дыхания в целом, аллергическим ринитом, бронхиальной астмой, хроническим бронхитом и эмфиземой, хроническим фарингитом, назофарингитом и синуситом, хроническими болезнями миндалин, пневмониями всего городского и взрослого городского населения на основе корреляционного анализа.

Далее проводился эколого-эпидемиологический сравнительный анализ распространения болезней органов дыхания среди взрослого городского населения.

Оценка санитарно-экологической ситуации г. Витебска осуществлялась на основе данных мониторинга фактических уровней концентраций аэрополлютантов, зарегистрированных на 4 стационарных постах наблюдения ГУ «Витоблгидромет» г. Витебска (типа «ПОСТ-1»), ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». На основании результатов проб воздуха проводились расчеты по формулам комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха и формирование электронной базы данных количественных показателей загрязнения атмосферного воздуха, эпидемиологический анализ и создание электронной базы заболеваемости городского населения болезнями органов дыхания, а также статистические исследования.

Эколого-эпидемиологический анализ состояния дыхательной системы населения г. Витебска включал анализ заболеваемости (общей и первичной) всего городского и взрослого городского населения г. Витебска болезнями органов дыхания, аллергическим ринитом, бронхиальной астмой, хроническим бронхитом, эмфиземой, хроническим фарингитом, назофарингитом и синуситом, хроническими болезнями миндалин, пневмониями. Анализ заболеваемости по обращаемости населения основывается на данных официальной медицинской статистики, содержащихся в отчетных формах лечебно-профилактических учреждений г. Витебска. Сравнительный анализ заболеваемости населения в г. Витебске был проведен на основании данных официальной государственной статистической отчетности – форма № 12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в г. Витебске». Выкопировка первичной информации проводилась на глубину пяти лет.

Анализ различных форм ответной реакции организма на воздействие неблагоприятных экологических факторов малой интенсивности и поиск доступных критериев раннего выявления донозологических изменений являются актуальными задачами. Уровень ответной реакции организма человека – индикатор благополучия экосистемы. Ответная реакция организма на воздействие неблагоприятных факторов проявляется в виде изменения уровней показателей заболеваемости органов дыхания. В свою очередь, изменения функции внешнего дыхания – признак нарушения динамического равновесия между организмом и окружающей средой.

Объекты проводимого эколого-эпидемиологического исследования: 1) когорта взрослого населения г. Витебска; 2) атмосферный воздух г. Витебска; 3) когорта некурящего городского населения, никогда не работающего на промышленных предприятиях, не имеющего производственного контакта с пылью и проживающего в благополучном по экологической ситуации районе г. Витебска (341 человек).

Воздействие на организм человека вредных веществ, содержащихся в воздухе, изучали с помощью эколого-эпидемиологического анализа распространения заболеваний органов дыхания (заболевания органов дыхания в целом, аллергический ринит, бронхиальная астма, хронический бронхит, хронический фарингит, назофарингит и синусит, хронические болезни миндалин, пневмонии) среди всего городского и взрослого населения г. Витебска. Сравнительный анализ заболеваемости населения в г. Витебске был проведен на основании данных статистической отчетности – форма № 12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в городе Витебске» (сводный отчет).

Результаты исследований были статистически обработаны с применением профессионального пакета прикладных программ STATISTICA, версия 6.0 (StatSoft, USA), Biostat 4.03, MS Excel 2003. Проверка закона распределения данных на параметричность проводилась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Учитывая, что полученные массивы данных подчинялись закону нормального распределения, вариационная статистика включала определение среднего арифметического ( $M$ ) и ошибки среднего арифметического ( $\pm m$ ) вариационного ряда. Достоверность различий показателей основной группы в сравнении с контрольной оценивали по  $t$ -критерию Стьюдента при 95%-ном уровне достоверной вероятности. Значение коэффициента корреляции оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследований по изучению показателей здоровья в связи с загрязнением атмосферного воздуха, проводимых, как правило, методами сопоставления показателей в условно «чистой» и «грязной» зонах, широко представлены в литературе. Согласно данным, полученным С.Е. Першиным (1998), в условно грязных зонах наблюдения удельный вес болезней органов дыхания на 10–12% выше, чем в условно чистой зоне. Установлено, что для южных промышленных территорий экзависимыми можно считать аллергические заболевания органов дыхания (бронхиальная астма и астматический бронхит). Эпидемиологические исследования, проведенные ведущими аллергологами, показали, что в загрязненных районах распространенность аллергических заболеваний в 1,5–2 раза выше, чем в «чистых» [5–7].

Исследования, выполненные за последние 10 лет, показывают, что загрязнение атмосферы приводит к увеличению смертности и потере трудоспособности. Причиной смерти в основном являются кардиопульмональные заболевания. В то время как одни эффекты связаны с кратковременной экспозицией, другие могут рассматриваться как эффекты, обусловленные долговременным воздействием. Уникальные эпидемиологические исследования позволили определить существенную когерентную связь между загрязнением атмосферы и вредными эффектами для здоровья [1–3].

Установлено, что комплекс факторов, характерных для окружающей среды современного города, оказывает существенное влияние на рост общей заболеваемости населения, увеличение распространенности острых респираторных заболеваний, хронических неспецифических заболеваний легких (ХНЗЛ), аллергических заболеваний, а также на средний возраст развития и тяжесть течения таких распространенных хронических заболеваний, как бронхиальная астма (БА). Хронические неспецифические заболевания легких к началу XXI века стали одной из наиболее распространенных патологий в связи с усиливающейся урбанизацией и индустриализацией. В последнее время в промышленно

развитых странах динамика этих заболеваний приобрела угрожающий характер, причем каждые 10 лет эти показатели удваиваются. Лица с данной группой заболеваний составляют от 5 до 20% по отношению ко всему населению. Наличие биологической предрасположенности в значительной мере уравнивает шансы развития ХНЗЛ у лиц, подвергающихся воздействию одного или нескольких вредных факторов внешней среды, в том числе и при разной их интенсивности [1–3].

В структуре хронических неспецифических заболеваний легких ведущее место занимает хронический бронхит (ХБ), который в последние годы представляет одну из главных медико-социальных проблем. Данные, собранные колледжем терапевтов в Великобритании, показали, что заболеваемость хроническим бронхитом выше в 3–4 раза у городских жителей, чем у населения сельских районов. При этом курение составляло фактор повышения частоты хронического бронхита в 2–3 раза по сравнению с некурящими лицами.

Несмотря на наличие убедительных данных о роли атмосферного загрязнения как причинного фактора хронического бронхита, существует мнение, что оно играет более важную роль как фактор, усугубляющий симптомы данного заболевания. В развитии хронического бронхита, наряду с промышленными, определенную роль играют и бытовые поллютанты (курение), которые у работающих в комбинации с пылью заметно доминируют в качестве этиологического фактора.

Большинство исследователей подчеркивают прямую зависимость распространенности хронического бронхита от степени загрязнения воздушной среды различными поллютантами и длительности их воздействия на организм. Множество ученых демонстрировало, что загрязнение воздуха ухудшает симптомы хронического бронхита. Так, Lefther et al. коррелировал клинические признаки ХБ с окружающими уровнями оксида серы (IV) и макрочастицами. Bock и Brown выявили связь между летальными случаями от бронхита и уровнями оксида серы(IV) и дыма.

По современным представлениям примером экологически обусловленной болезни, характер и течение которой во многом определяется состоянием окружающей среды, является бронхиальная астма. Целые группы исследователей описывают влияние социально-экологических условий, промышленных факторов на изменение состояния бронхолегочного дерева, в частности на развитие и течение бронхиальной астмы и хронического бронхита. Заболеваемость астмой преобладает в индустриальных странах. Условия окружающей среды не только играют определенную роль в возникновении болезни, но и обуславливают ее тяжесть и прогрессирование.

Как отмечает С.А. Зайцева (2000), частота клинически значимой бронхиальной астмы и аллергического ринита в районе с выраженным антропогенным загрязнением воздушного бассейна составила 5,6% и 20,4%, что в 1,4 и в 1,6 раза превышает показатели распространенности среди населения, проживающего в районе сравнения. При сравнении показателей заболеваемости было установлено, что пораженность жителей старого района аллергическими заболеваниями более чем в 1/2 раза выше, чем в районе новостроек [8].

Выявлено, что у жителей района с высоким загрязнением атмосферного воздуха в легких чаще, чем у жителей района с более чистым воздухом, встречаются патологические процессы: интерстициальный фиброз, периваскулярный и перибронхиальный склероз, хроническая эмфизема, дистелектазы и ателектазы, пневмонии.

Наиболее чувствительна к воздействию загрязнителей атмосферного воздуха система внешнего дыхания. При этом отмечается широкий спектр ответных реакций данной системы – от нарушений функционального характера и развития преморбидных состояний до формирования ярко выраженной патологии. Защитные реакции системы внешнего дыхания на интенсивные, но кратковременные повреждающие воздействия хорошо изучены. В литературе приводятся данные о том, что длительные воздействия повреждают как бронхиальное дерево, так и респираторные отделы легких. Однако, как при этом реагирует система внешнего дыхания и в чем это проявляется, известно недостаточно [1–3].

По данным ряда авторов неблагоприятное действие характерного для современных городов комплекса факторов на степень функционирования ряда систем организма проявилось стабильно выраженным снижением показателей жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и увеличением частоты дыхания

(ЧД). Сочетанное действие неблагоприятных факторов, действующих на организм горожан, оказывает более выраженное влияние, чем изолированное действие каждого из них [1; 3].

При проведении скрининговой спирометрии среди различных групп населения был выявлен высокий процент лиц со сниженными показателями бронхиальной проходимости. Среди мужчин число лиц с нарушениями бронхиальной проходимости выше у водителей, железнодорожников и химиков, среди женщин – у работниц железной дороги.

В последние годы, по данным, которые представлены R. Brun, A. Fisher, O. Mammershy, H. Lantinga, J. Perys, в разных странах отмечается возрастание случаев сенсбилизации к промышленным аллергенам. Наиболее высокий уровень дыхательной патологии отмечается в высокоразвитых странах, где промышленность занимает ведущее место в экономике (США, Англия, Австрия, Япония) [9].

Хроническое негативное влияние атмосферных загрязнений на здоровье населения описано в многочисленных публикациях. Различные мнения авторов, возможно, связаны с разнообразием химических веществ, их комбинированным и сочетанным действием, комплексным поступлением в организм. Не однозначна информация о характере влияния химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, при различных природно-климатических, ландшафтных, погодных условиях.

Большинство ксенобиотиков поступают в организм через органы дыхания. Результатом комбинированного воздействия антигенов и ксенобиотиков и являются аллергические заболевания населения в промышленных центрах.

Анализ экспериментальных данных позволяет предположить, что пусковой момент легочной патологии в городах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха – срыв адаптационных механизмов, представленных сурфактантной и антисурфактантной системой легких. Поверхностная активность фосфолипидов сурфактанта у жителей района города с повышенным загрязнением атмосферного воздуха снижена.

При превышении предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в атмосфере в 1,5 раза отмечаются достоверные сдвиги иммунологических, биохимических и физиологических параметров. Превышение ПДК в 2–3 раза обычно сопровождается статистически достоверными сдвигами острой заболеваемости бронхиального дерева.

В многочисленных эпидемиологических исследованиях установлены прямые корреляционные связи между высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и частотой болезней органов дыхания. Эти заболевания обусловлены содержанием в воздухе фенола, ацетона, толуола, формальдегида, марганца, оксида азота(II). Многие авторы связывают острые и рецидивирующие заболевания органов дыхания с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Эпидемиологические исследования, проводимые М.В. Скачковым (2004), выявили наличие высокой корреляционной связи заболеваемости ОРЗ с суммарными показателями загрязнения воздуха, с содержанием в атмосферном воздухе оксида серы(IV), а также групп суммации:  $SO_2 + NO_2$ ,  $SO_2 + H_2S$ ,  $SO_2 + NO_2 + CO$  + фенол,  $SO_2$  + фенол [10].

В.Д. Суржиковым, А.М. Олещенко и Д.В. Суржиковым (2003) изучены риски для здоровья различных групп населения под влиянием загрязнений атмосферы. Наиболее детерминирована была связь общего загрязнения атмосферного воздуха с заболеваемостью пневмониями, ангинами и острыми респираторными заболеваниями. Наибольшее влияние на уровень смертности от болезней органов дыхания оказывали пыль и оксид серы(IV) [11].

При проведении эпидемиологических исследований установлено, что существует сильная степень прямой линейной связи между уровнем загрязнения атмосферного воздуха (Р) и заболеваемостью верхних дыхательных путей. Согласно данным литературы, минимальный эффективный уровень суммарного загрязнения, с которого начинается рост заболеваемости органов дыхания, колеблется от 1,6 до 3,6 Р при расчете по годовым концентрациям [1; 11].

Увеличение концентрации оксида серы(IV) до 0,1–0,2 мг/м<sup>3</sup> в комбинации с концентрацией 250 мг/м<sup>3</sup> взвешенных частиц в течение длительного периода приведет к ухудшению симптомов бронхиальной астмы. Н.-У. Wanner показал, что к увеличению заболеваемости хроническим бронхитом приводит рост концентрации оксидов серы(II) и (IV) в атмосферном воздухе выше 0,1–0,2 мг/м<sup>3</sup> [12].

Повышенное содержание оксида азота(IV) в атмосферном воздухе оказывало существенное влияние на уровень заболеваемости взрослого городского населения хроническими фарингитом и бронхитом.

Кроме оксидов серы, азота и углерода, во многих городских районах обнаруживаются атмосферные загрязнения окислительного типа. Они образуются в результате химического соединения реактивных углеводородов с оксидами азота под действием солнечного света. Это ведет к образованию азота, пероксиацетилнитратов, альдегидов и других химических соединений. Непосредственным источником углеводородов являются выхлопные газы автотранспорта. Атмосферные загрязнители окислительного типа вызывают сильные раздражения слизистых оболочек глаз, носа и глотки.

Однако однозначная связь между загрязнителями атмосферы и обострениями бронхолегочной патологии выявляется только при острых воздействиях химических веществ в больших концентрациях. При хроническом воздействии относительно небольших концентраций химических веществ она прослеживается с трудом или вообще отсутствует. В последнем случае наиболее важны такие загрязнители атмосферы, как дисперсные частицы, аммиак, оксиды серы и азота, формальдегид и некоторые другие, которые распространены во всех регионах мира. Существует мнение, что концентрации указанных химических веществ являются маркером экологического неблагополучия, с которым связан рост бронхолегочной патологии, выявляемой при эпидемиологических исследованиях, причем важную роль играет комплексный характер их влияния [1–3].

**Заключение.** Отсутствие стандартного методического и эпидемиологического подхода так же, как и общепринятых критериев оценки данного влияния, создает существенные трудности их выявления, получения достоверных и сравнимых данных, оценки эффективности профилактических мероприятий. Дальнейшее изучение влияния рассматриваемых факторов на показатели функции внешнего дыхания с применением комплексного подхода позволит обеспечить непрерывную оценку функционального состояния дыхательной системы у различных групп населения.

Выявлено, что между 20 комплексными и отдельными эколого-гигиеническими показателями загрязнения атмосферного воздуха и уровнями заболеваемости (общей и первичной) болезнями органов дыхания в целом, аллергическим ринитом, бронхиальной астмой, хроническим фарингитом, назофарингитом, синуситом, хроническим бронхитом и эмфиземой, хроническими болезнями миндалин, пневмониями в когорте взрослого городского населения существует сильная степень линейной связи. Значимое влияние на развитие болезней органов дыхания оказывают такие аэрополлютанты, как взвешенные вещества, фенол, растворимые сульфаты, оксид азота(IV) и формальдегид ( $r > 0,9$ ). В процессе социально-гигиенического мониторинга особое внимание следует обращать на уровень загрязнения окружающей среды, максимальные и среднегодовые концентрации поллютантов, комплексный показатель загрязнения и индекс загрязнения атмосферы.

Несмотря на большое число конкретных данных изучения окружающей среды и человека, до настоящего времени отсутствует целостное представление о биологическом воздействии аэрополлютантов на организм человека. Адаптация и оценка адекватных и неадекватных изменений в организме, вызванных воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, остаются одними из наиболее актуальных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербакова, М.А. Реакции дыхательной системы на воздействие аэрополлютантов у городского населения и рабочих коврового производства: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / М.А. Щербакова; МГЭУ им. А.Д. Сахарова. – Минск, 2015. – 24 с.
2. Доценко, Э.А. Биоклиматология и экология бронхиальной астмы: абиотические факторы: монография / Э.А. Доценко, И.М. Прищепа. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2001. – 353 с.
3. Щербакова, М.А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения болезнями органов дыхания в системе социально-гигиенического мониторинга: метод. рекомендации / М.А. Щербакова. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 40 с.
4. Mannino, D.M. Epidemiology and global impact of chronic obstructive pulmonary disease / D.M. Mannino // Semin. Respir. Crit. Care Med. – 2005. – Vol. 26, № 2. – P. 204–210.
5. Щербакова, М.А. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха в районах промышленного центра, отличающихся по степени экологической нагрузки (на примере г. Витебска) / М.А. Щербакова // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2007. – № 1. – С. 67–72.

- Щербакoвa, М.А. Хaрaктеристикa зaгрязнeния атмосфернoгo вoздyхa химичeскими примeсями и взиaмoсвязь кaчeствa вoздyшнoгo бaссeйнa в рaзличнoх эколoгичeских зoнax гoрoдa Витeбскa / М.А. Щербaкoвa // Эпизoтoлoгия, иммyнoбиoлoгия, фaрмaкoлoгия и сaнитaрия. – 2007. – № 2. – С. 74–79.
- Пeршин, С.Е. Здоpовье нaселeния кaк пoкaзaтeль эколoгичeскoгo сoстoяния тeрритoрии пpомышлeннoгo гoрoдa: aвтoрeф. ... дис. кaнд. мeд. нaук: 03.00.16 / С.Е. Пeршин; Вoлгoгр. мeд. aкaд. – Вoлгoгрaд, 1998. – 23 с.
- Зaйцeвa, С.А. Клиникo-иммyнoлoгичeские oсoбeннoсти и рaспpостpaнeннoсть аллeргичeских зaбoлeвaний дыхaтeльных пyтeй в эколoгичeски нeблaгoпpиятнoм рaйoнe пpомышлeннoгo цeнтpa: aвтoрeф. ... дис. кaнд. мeд. нaук: 14.00.43 / С.А. Зaйцeвa; НИЦ Сaмaр. гoс. мeд. yн-тa. – Сaмaрa, 2000. – 24 с.
- Zhou, Q. Pollution-ecological problems of old industrial and mining areas and future research prospects / Q. Zhou // Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. – 2005. – Vol. 16, № 6. – P. 1146–1150.
- Эпидeмиoлoгичeские oсoбeннoсти зaбoлeвaeмoсти инфeкциaми вepхних дыхaтeльных пyтeй нaселeния в рeгиoнax с рaзнoй aнтpoпoгeннoй нaгpyзкoй / М.В. Скaчкoв [и др.] // Пyльмoнoлoгия. – 2004. – № 3. – С. 43–48.
- Здоpовье чeлoвeкa и фaктoры oкpyжaющeй сpeды в индyстриaльных гoрoдax / В.Д. Сyржикoв [и др.] // Гигиeнa и сaнитaрия. – 2003. – № 6. – С. 85–87.
- Correlation between suspended particles in the environmental air and causes of disease among inhabitants: cross-sectional studies using the vital statistics and air pollution data in Japan / K. Iwai, S. Mizuno, Y. Miyasaka, T. Mori // Environ. Res. – 2005. – № 1(99). – P. 106–117.

## REFERENCES

- Shcherbakova M.A. *Reaktsiya dikhatelnoi sistemi na vozeistviye aeropollutantov u gorodskogo naseleniya i rabochikh kovrovogo proizvodstva: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Reactions of Respiratory System of City Population and Carpet Manufacture Workers to the Impact of Airpollutants: PhD (Biology) Dissertation Abstract], MGEU im. A.D. Sakharova, Minsk, 2015, 24 p.
- Dotsenko E.A., Prischeva I.M. *Bioklimatologiya i ekologiya bronkhalnoi astmi: abioticheskiye faktori: Monografiya* [Bioclimatology and Ecology of Bronchial Asthma: Abiotic Factors: Monograph], Vitebsk, Izd-vo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2001, 353 p.
- Shcherbakova M.A. *Otsenka vliyaniya zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа na zabolevayemost naseleniya bolezniami organov dikhaniya v sisteme sotsialno-gigiyenicheskogo monitoringa: metod. rekomendatsii* [Assessment of the Impact of Atmospheric Air Pollution on Falling Ill with Respiratory Organs Diseases within the System of Social and Hygienic Monitoring: Guidelines], Vitebsk, Izd-vo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2013, 40 p.
- Mannino, D.M. Epidemiology and global impact of chronic obstructive pulmonary disease / D.M. Mannino // Semin. Respir. Crit. Care Med. – 2005. – Vol. 26, № 2. – P. 204–210.
- Shcherbakova M.A. *Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya* [Epizootology, Immune Biology, Pharmacology and Sanitary Studies], 2007, 1, pp. 67–72.
- Shcherbakova M.A. *Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya* [Epizootology, Immune Biology, Pharmacology and Sanitary Studies], 2007, 2, pp. 74–79.
- Pershin S.E. *Zdoroviye naseleniya kak pokazatel ekologicheskogo sostoyaniya territorii promishlennogo goroda: avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Health of Population as an Indicator of Ecological State of the Territory of an Industrial City: PhD (Medicine) Dissertation Abstract], Volgogr. med. akad., Volgograd, 1998, 23 p.
- Zaitseva S.A. *Kliniko-immunologicheskiye osobennosti i rasprostranennost allergicheskikh zabolevaniy dykhateknykh putei v ekologicheskii neblagopriyatnom rayone promishlennogo tsentra: avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Clinic and Immunological Features and Spread of Allergic Diseases of Respiratory Organs in an Ecologically Unfavorable Area of an Industrial Center: PhD (Medicine) Dissertation Abstract], NITs Samar. gos. med. un-ta, Samara, 2000, 24 p.
- Zhou, Q. Pollution-ecological problems of old industrial and mining areas and future research prospects / Q. Zhou // Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. – 2005. – Vol. 16, № 6. – P. 1146–1150.
- Skachkov M.V. *Pulmonologiya* [Pulmonology], 2004, 3, pp. 43–48.
- Surzhikov V.D. *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and Sanitary Studies], 2003, 6, pp. 85–87.
- Correlation between suspended particles in the environmental air and causes of disease among inhabitants: cross-sectional studies using the vital statistics and air pollution data in Japan / K. Iwai, S. Mizuno, Y. Miyasaka, T. Mori // Environ. Res. – 2005. – № 1(99). – P. 106–117.

Пoстyпилa в рeдaкциo 15.11.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: mas-80@mail.ru – Щербакoвa М.А.

## Лихенобиота Ченковского лесничества (Гомельский район)

А.Г. Цуриков\*, Н.В. Цурикова\*\*

\*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева» (Россия)

\*\*Учреждение образования «Гомельский государственный  
университет имени Ф. Скорины»

Изучение флоры Ченковского лесничества ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси» исторически связано с биологическим факультетом Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Учебно-научная база «Ченки» является местом прохождения учебных практик по ботанике и зоологии для студентов биологического факультета, а также местом сбора натурального материала для курсовых и дипломных работ. Также на биологической станции проводятся научные исследования по изучению флоры, разнообразия и закономерностей природной и антропогенной динамики растительного мира.

Цель статьи – изучить видовое разнообразие лишенобиоты Ченковского лесничества ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси» путем анализа сборов лишайников 1970–2015 гг.

**Материал и методы.** Материалом для данного исследования послужил обширный коллекционный материал, собранный в период 1970–2015 гг. на территории Ченковского лесничества. Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопов МБС-9, Altami CM0745-T и Nikon SMZ-745, анатомию – с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i. Состав вторичных метаболитов образцов исследовали методом тонкослойной хроматографии в элюенте С.

**Результаты и их обсуждение.** В статье приведен список лишайников и лишенофильных грибов, включающий 104 вида, относящихся к 52 родам, 22 семействам, 12 порядкам, 6 классам отдела Ascomycota. Среди найденных видов лишайников и лишенофильных грибов обнаружены редкие для лишенобиоты Республики Беларусь виды – *Usnea wasmuthii* Räsänen и *Pezizella ucrainica* S.Y. Kondr.

**Заключение.** К настоящему времени известно произрастание 104 видов лишайников и лишенофильных грибов на территории Ченковского лесничества. Полученные результаты пополняют и расширяют сведения о лишайниках Беларуси. Исследование видового состава лишайников Ченковского лесничества будет продолжено.

**Ключевые слова:** лишайники, лишенофлора, лишенофильные грибы, биоразнообразие, список видов, *Usnea*, *Pezizella*.

## Lichen Biota of Chenki Forest (Gomel District)

A.H. Tsurikov\*, N.V. Tsurikova\*\*

\*Federal State Educational Establishment of Higher Education «Samara National  
Acad. S.P. Korolev Research University» (Russia)

\*\*Educational Establishment «F. Skorina Gomel State University»

Lichenological studies at the territory of Chenki forest of «Korenevka Experimental Forest Base of Forest Institute of NASB» were traditionally associated with the Faculty of Biology of F. Skorina Gomel State University. Educational and scientific field camp «Chenki» is a place of students' training practices in botany and zoology, as well as a gathering place for a full-scale material for course projects and Master theses. In addition, it is a study plot for floristic research as well as studies of natural and anthropogenic dynamics of plant diversity.

The aim of this study was to assess lichen diversity in Chenki forest of «Korenevka Experimental Forest Base of Forest Institute of NASB» by re-discovering herbarium collections between 1970 and 2015.

**Material and methods.** This study is based on an extensive material collected on the territory of Chenki forest during 1970–2015. Morphology was studied using MBS-9, Altami CM0745-T and Nikon SMZ-745 stereomicroscopes; anatomy was checked by means of Nikon Eclipse 80i dissecting microscope. The secondary metabolites were identified by thin-layer chromatography in solvent C.

**Findings and their discussion.** The article lists 104 species of lichens and fungi lichenicolous fungi, belonging to 52 genera, 22 families, 12 orders, and 6 classes of Ascomycota. Among the found lichens and lichenicolous fungi, there are two rare species for the Republic of Belarus, namely *Usnea wasmuthii* Räsänen and *Pezizella ucrainica* S.Y. Kondr.

**Conclusion.** 104 species of lichens and fungi lichenicolous fungi were found in Chenki forest. These data expand our knowledge on lichens of Belarus. A study of the lichen species diversity in Chenki forest will be continued.

**Key words:** lichens, lichen flora, lichenicolous fungi, biodiversity, species list, *Usnea*, *Pezizella*.

Изучение флоры Ченковского лесничества ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси» исторически связано с биологическим факультетом Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины. Учебно-научная база (УНБ) «Ченки» является местом прохождения учебных практик по ботанике и зоологии для студентов I и II курсов биологического факультета, а также местом сбора натурального материала для курсовых и дипломных работ. Помимо учебной практики на биологической станции проводятся научные исследования по изучению флоры, ценотического разнообразия и закономерностей природной и антропогенной динамики растительного мира.

Первые сборы лишайников окрестностей УНБ «Ченки», хранящиеся в гербарии кафедры ботаники и физиологии растений Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, относятся к 1970 г. В частности, студентами биологического факультета Бурановой, Гулевской, Дягиловой, Ляляковой, Малаховой, Руденок, Сосновской, Терещенко, Цымбаловой, Юрченко (все указаны без инициалов), а также аспиранткой О.П. Шахрай было собрано 8 видов лишайников (*Cladonia rangiferina*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Parmelia sulcata*, *Pleurosticta acetabulum*, *Pseudevernia furfuracea* и *Xanthoria parietina*).

С тех пор и до настоящего времени лишайники УНБ «Ченки» не являлись целью отдельного исследования, однако за этот период накопился обширный коллекционный материал, обобщение которого и явилось целью настоящей работы.

Цель статьи – изучить видовое разнообразие лишайнобиоты Ченковского лесничества ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси» путем анализа сборов лишайников 1970–2015 гг.

**Материал и методы.** Материалом для данного исследования послужили образцы лишайников, собранные авторами в период 2002–2015 гг. на территории Ченковского лесничества ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база ИЛ НАН Беларуси», а также образцы, хранящиеся в гербарии кафедры ботаники и физиологии растений Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины (GSU).

Морфологию образцов изучали с помощью стереомикроскопов МБС-9, Altami CM0745-T и Nikon SMZ-745, анатомию – с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i. При определении лишайников использовали метод цветных реакций со следующими химическими реактивами: 10% водный раствор КОН (K), насыщенный водный раствор  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{O}_2$  (C), 10% спиртовой раствор парафенилендиамина  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$  (P).

Состав вторичных метаболитов образцов исследовали методом тонкослойной хроматографии в элюенте С (толуол: уксусная кислота в соотношении 170:30) [1]. Для этого фрагмент слоевища лишайника помещали в микроцентрифужную пробирку (Эппендорф) объемом 1,5 мл. Экстракцию вторичных метаболитов лишайника проводили ацетоном в течение 1 часа.

После этого 30 мкл экстракта наносили на пластины для тонкослойной хроматографии со стандартным силикагелем и ультрафиолетовым индикатором Macherey-Nagel Alugram Sil G UV254. Элюирование пластины до оптимальной длины продвижения фронта (12 см) осуществляли в течение 40 минут. Визуализацию разделяемых веществ смеси проводили под ультрафиолетовым излучением с длинами волн 254 нм и 366 нм, а также химическим методом путем обработки пластины 10% раствором серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и последующим нагреванием пластины в сушильном шкафу в течение 10 минут. В качестве контроля использовали лишайники *Platismatia glauca* и *Pleurosticta acetabulum*, содерzące атранорин, норстиктовую и каператовую кислоты.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований был составлен список лишайников и лишайнофильных грибов, включающий 104 вида, относящихся к 52 родам, 22 семействам, 12 порядкам, 6 классам отдела Ascomycota [2]. Названия лишайников приводятся по [3]. Лишайнофильные грибы обозначены звездочкой (\*).

ОТДЕЛ *Ascomycota* Caval.-Sm. 1998

Подотдел *Pezizomycotina*

КЛАСС *Arthoniomycetes* O.E. Erikss. & Winka 1997

Пор. *Arthoniales* Henssen ex D. Hawksw. & O.E. Erikss. 1986

Сем. *Arthoniaceae* Reichenb. ex Reichenb. 1841

1. *Arthonia atra* (Pers.) A. Schneider
2. *Arthothelium ruanum* (A. Massal.) Koerber

Сем. **Rochellaceae** Chevall. 1826

3. *Alyxoria varia* (Pers.) Ertz et Tehler

КЛАСС **Dothideomycetes** sensu O.E. Erikss. & Winka 1997

Пор. **Mytilinidiales** Boehm, C.L. Schoch & Spatafora

Сем. **Mytiliniaceae** Kirschst.

4. *\*Taeniolella beschiana* Diederich

**Dothideomycetes**: families incertae sedis

Сем. **Dacampiaceae** Körb. 1855

5. *\*Clypeococcum hypocenomycis* D. Hawksw.

КЛАСС **Eurotiomycetes**

П/Класс **Chaetothyriomycetidae** Dowell

Пор. **Pyrenulales** Fink ex D. Hawksw. & O.E. Erikss. 1986

Сем. **Monoblastiaceae** W. Watson 1929

6. *Acrocordia gemmata* (Ach.) A. Massal.

КЛАСС **Lecanoromycetes**

П/Класс **Ostropomycetidae** Reeb, Lutzoni & Cl. Roux 2004

Пор. **Baeomycetales** Lumbsch, Huhndorf & Lutzoni

Сем. **Trapeliaceae** M. Choisy ex Hertel 1970

7. *Placynthiella icmalea* (Ach.) Coppins & P. James

Пор. **Ostropales** Nannf. 1932

Сем. **Graphidaceae** Dumort. 1822

8. *Graphis scripta* (L.) Ach.

Сем. **Phlyctidaceae** Poelt & Vezda ex J.C. David & D. Hawksw. 1991

9. *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot.

Пор. **Pertusariales** M. Choisy ex D. Hawksw. & O.E. Erikss. 1986

Сем. **Pertusariaceae** Körb. ex Körb. 1855

10. *Pertusaria albescens* (Huds.) M. Choisy & Werner

11. *Pertusaria amara* (Ach.) Nyl.

П/Класс **Lecanoromycetidae** P.M. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David & Stalpers Ex Miadl., Lutzoni & Lumbsch 2007

Пор. **Lecanorales** Nannf. 1932

Сем. **Cladoniaceae** Zenker 1827

12. *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Rabenh.

13. *Cladonia botrytes* (Hag.) Willd.

14. *Cladonia cenotea* (Ach.) Schaer.

15. *Cladonia chlorophaea* (Floerke ex Sommerf.) Spreng.

16. *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.

17. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr.

18. *Cladonia macilenta* Hoffm.

19. *Cladonia mitis* Sandst.

20. *Cladonia rangiferina* (L.) Wigg.

21. *Cladonia rei* Schaer.

22. *Cladonia subulata* (L.) Wigg.

Сем. **Lecanoraceae** Körb. 1855

23. *Lecanora allophana* (Ach.) Nyl.

24. *Lecanora carpineae* (L.) Vain.

25. *Lecanora compallens* Van Herk & Aptroot

26. *Lecanora crenulata* Hook.

27. *Lecanora dispersa* (Pers.) Sommerf.

28. *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach.

29. *Lecanora populicola* (DC.) Duby

30. *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach.

31. *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach.
32. *Lecanora thysanophora* R.C. Harris
33. *Lecidella euphorea* (Flörke) Hertel
- Сем. **Parmeliaceae** Zenker 1827
34. *Cetraria islandica* (L.) Ach.
35. *Evernia mesomorpha* Nyl.
36. *Evernia prunastri* (L.) Ach.
37. *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale
38. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.
39. *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.
40. *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.F. Meyer
41. *Melanelixia glabratula* (Lamy) Sandler et Arup
42. *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
43. *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
44. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.
45. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al.
46. *Parmelia sulcata* Taylor
47. *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale
48. *Parmeliopsis ambigua* Nyl.
49. *Platismatia glauca* (L.) Culb. & C. Culb.
50. *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch
51. *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf.
52. *Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg.
53. *Usnea subfloridana* Stirt.
54. *Usnea wasmuthii* Räsänen
55. *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson et M.J. Lai
- Сем. **Pilocarpaceae** Zahlbr. 1905
56. *Psilolechia lucida* (Ach.) M. Choisy
- Сем. **Ramalinaceae** C. Agardh 1821
57. *Ramalina farinacea* (L.) Ach.
58. *Ramalina fraxinea* (L.) Ach.
59. *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach.
- Сем. **Stereocaulaceae** Chevall. 1826
60. *Lepraria elobata* Tønsberg
61. *Lepraria incana* (L.) Ach.
62. *Lepraria lobificans* Nyl. Syns.
63. *Lepraria vouauxii* (Hue) R.C. Harris
- Пор. **Peltigerales** W. Watson 1929
64. *Peltigera canina* (L.) Willd.
65. *Peltigera didactyla* (With.) J.R. Laundon
66. *Peltigera malacea* (Ach.) Funck.
67. *Peltigera praetextata* (Flörke ex. Sommerf.) Zopf.
68. *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb.
- Пор. **Teloschistales** D. Hawksw. & O.E. Erikss. 1986
- Сем. **Physciaceae** Zahlbr. 1898
69. *Anaptychia ciliaris* Koerb.
70. *Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb
71. *Cyphelium notarisii* (Tul.) Blomb. & Forss.
72. *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.) Moberg
73. *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg
74. *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg

75. *Physcia adscendens* (Fr.) H. Olivier  
 76. *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr.  
 77. *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau  
 78. *Physcia stellaris* (Ach.) Nyl.  
 79. *Physcia tenella* Bitter.  
 80. *Physconia detersa* (Nyl.) Poelt  
 81. *Physconia distorta* (With.) J.R. Laundon  
 82. *Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt  
 83. *Physconia grisea* (Lam.) Poelt  
 84. *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold  
 Сем. **Teloschistaceae** Zahlbr. 1898  
 85. *Athallia pyracea* s. lat.  
 86. *Calogaya decipiens* (Arnold) Arup et al.  
 87. *Caloplaca cerina* (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr.  
 88. *Polycauliona candelaria* (L.) Frödén et al.  
 89. *Polycauliona polycarpa* (Hoffm.) Frödén et al.  
 90. *Rusavskia elegans* (Link.) S.Y. Kondr. et Kärnefelt  
 91. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

**Lecanoromycetidae:** families incertae sedis

Сем. **Ophioparmaceae** R.W. Rogers & Hafellner 1988

92. *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy

**Lecanoromycetes:** orders incertae sedis

Пор. **Candelariales** Miadl., Lutzoni & Lumbsch 2007

Сем. **Candelariaceae** Hakul.

93. *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr.  
 94. *Candelariella vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg.  
 95. *Candelariella xanthostigma* (Ach.) Lettau

**Ascomycota: families incertae sedis**

Сем. **Coniocybaceae** Reichenb. 1837

96. *Chaenotheca ferruginea* (Turner & Borrer) Mig.  
 97. *Chaenotheca furfuracea* (L.) Tibell  
 98. *Chaenotheca phaeocephala* (Turner) Th. Fr.  
 99. *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg.  
 100. *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr.

КЛАСС **Leotiomycetes** O.E. Erikss. & Winka

Пор. **Helotiales** Nannf.

Сем. **Hyaloscyphaceae** Nannf.

101. *\*Pezizella ucrainica* S.Y. Kondr.

КЛАСС **Sordariomycetes** sensu O.E. Erikss. & Winka

Пор. **Hypocreales** Lindau

Сем. **Bionectriaceae** Samuels & Rossman

102. *\*Nectriopsis rubefaciens* (Ellis & Everh.) M.S. Cole & D. Hawksw.

**Ascomycota:** genera incertae sedis

103. *\*Lichenoconium erodens* M.S. Christ. & D. Hawksw.

104. *\*Xanthoriicola physciae* (Kalchbr.) D. Hawksw.

Среди найденных видов лишайников и лихенофильных грибов обнаружены редкие для лихенобиоты Республики Беларусь виды. В частности, единственное ранее известное упоминание *Usnea wasmuthii* датировано 1938 годом, когда польский ученый Ф. Кравієц привел этот вид для Беловежской пуцци без точного указания локалитета сбора [4]. Современный образец был собран А.Г. Цуриковым в 2012 году в окрестностях УНБ «Ченки» на ветке сосны (52°19'N, 30°57'E), метод тонкослойной хроматографии показал содержание усниновой и салациновой кислот. Видовая принадлежность образца подтверждена Т. Рандлане (Тартуский университет), за что мы выражаем ей глубокую признательность.

Другим редким видом является *Pezizella ucrainica*, ранее известная для науки только из единственного локалитета в Украине [5]. Подробное изучение образцов лишайников гербария кафедры ботаники и физиологии растений позволило выявить несколько местонахождений этого вида на территории Беларуси [6], одним из которых оказалось Ченковское лесничество (52°20'N, 30°58'E, сосновый лес, собр. Малахова 15.07.1970).

**Заключение.** Таким образом, в настоящее время для Ченковского лесничества известно произрастание 104 видов лишайников и лихенофильных грибов, относящихся к 52 родам, 22 семействам, 12 порядкам, 6 классам отдела Ascomycota. Несмотря на то, что история изучения лишайнофлоры Ченковского лесничества насчитывает около 50 лет, подробные и комплексные исследования его территории позволяют, на наш взгляд, выявить здесь еще более 100 видов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P.W. James, F.J. White. – London: British Lichen Society, 2001. – 101 p.
2. Lumbsch, H.T. Myconet. Vol. 14. Part One. Outline of ascomycota – 2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics / H.T. Lumbsch, S.M. Huhndorf // Fieldiana: Life and Earth Sciences. – 2010. – № 1. – 64 p.
3. Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada / T.L. Esslinger. – Fargo, North Dakota: North Dakota State University, 2015. – Режим доступа: <http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklist7.htm>. – Дата доступа: 13.05.2015.
4. Krawiec, F. Materiały do flory porostów północno-wschodniej Polski / F. Krawiec // Spraw. Komis. Fizjogr. PAU. – 1938. – Vol. 71. – P. 65–82.
5. Kondratyuk, S.Y. Some new species of lichenicolous fungi / S.Y. Kondratyuk, D.J. Galloway // Bibliotheca Lichenologica. – 1995. – Vol. 58. – P. 235–244.
6. Tsurukau, A. New or otherwise interesting records of lichens and lichenicolous fungi from Belarus / A. Tsurukau, V. Golubkov, M. Kukwa // Herzogia. – 2014. – Vol. 27. – P. 111–120.

### REFERENCES

1. Orange, A. Microchemical methods for the identification of lichens / A. Orange, P.W. James, F.J. White. – London: British Lichen Society, 2001. – 101 p.
2. Lumbsch, H.T. Myconet. Volume 14. Part One. Outline of ascomycota – 2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics / H.T. Lumbsch, S.M. Huhndorf // Fieldiana: Life and Earth Sciences. – 2010 – № 1. – 64 p.
3. Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada / T.L. Esslinger. – Fargo, North Dakota: North Dakota State University, 2015. – <http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklist7.htm> (13.05.2015).
4. Krawiec, F. Materiały do flory porostów północno-wschodniej Polski / F. Krawiec // Spraw. Komis. Fizjogr. PAU. – 1938. – Vol. 71. – P. 65–82.
5. Kondratyuk, S.Y. Some new species of lichenicolous fungi / S.Y. Kondratyuk, D.J. Galloway // Bibliotheca Lichenologica. – 1995. – Vol. 58. – P. 235–244.
6. Tsurukau, A. New or otherwise interesting records of lichens and lichenicolous fungi from Belarus / A. Tsurukau, V. Golubkov, M. Kukwa // Herzogia. – 2014. – Vol. 27. – P. 111–120.

Поступила в редакцию 26.09.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: [tsurykau@gmail.com](mailto:tsurykau@gmail.com) – Цуриков А.Г.



# ПЕДАГОГІКА

УДК [378.147:5](477)«19/20»

## Подготовка в Одесском государственном педагогическом институте имени К.Д. Ушинского студентов естественно-математических специальностей к осуществлению индивидуализации обучения учащихся в 50–60-е годы XX века

**М.Э. Писоцкая**

*Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды (Украина)*

*Индивидуализация обучения является одним из приоритетных направлений модернизации высшего и среднего образования в Украине.*

*Цель статьи – проанализировать опыт подготовки студентов естественно-математических специальностей Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского к индивидуализации обучения учащихся в 50–60-е годы XX века.*

**Материал и методы.** *Материалом для проведения исследования явились архивные материалы, касающиеся деятельности Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского по обучению студентов естественно-математических специальностей. Применялись общенаучные, исторические, понятийно-терминологический, проблемно-целевой методы.*

**Результаты и их обсуждение.** *В статье даны подходы к определению индивидуализации обучения, на основе анализа архивных материалов показана подготовка студентов естественно-математических специальностей Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского к индивидуализации обучения учащихся в 50–60-е годы XX века в процессе аудиторных занятий, при организации учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы, педагогической практики. Подчеркнуты меры, осуществляемые преподавателями для ее усовершенствования.*

**Заключение.** *Таким образом, хотя в исследуемый период преподаватели понятие «индивидуализация обучения» не использовали, проведенный анализ архивных материалов позволяет утверждать наличие определенного опыта подготовки студентов к осуществлению индивидуализации обучения учащихся.*

**Ключевые слова:** *индивидуализация обучения, Одесский государственный педагогический институт им. К.Д. Ушинского, естественно-математические специальности, подготовка студентов.*

# Training Natural Science and Mathematics Students to Perform Individual Approach in School Teaching at Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute in the 50-s – 60-s of the XX century

M.E. Pisotskaya

*Kharkov National Pedagogical G.S. Skovoroda University (Ukraine)*

*Individual approach in teaching is one of the priority directions of modernization of higher and secondary education in Ukraine.*

*The purpose of the article is the analysis of the experience in training students of natural science and mathematical qualifications at Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute to perform individual approach at school 50-s – 60-s of the twentieth century.*

**Material and methods.** *The material for the study is archival materials relating to the activities of Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute on teaching students of natural science and mathematical specialties. General scientific, historical, conceptual and terminological, problem-target methods are applied.*

**Findings and their discussion.** *The article presents approaches to the definition of individual approach in teaching, based on the analysis of archival material we present training students of natural science and mathematical disciplines of Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute to the individualization of teaching schoolchildren in the 50-s – 60-s of the twentieth century in the classroom, in the organization of teaching and research, and scientific research, pedagogical practice. The measures, implemented by the teachers to improve it, are emphasized.*

**Conclusion.** *Thereby, although during the study period the teachers did not use the notion of «individualization of teaching», the analysis of archival material suggests the presence of certain experience in training students for the implementation of the individualization of teaching schoolchildren.*

**Key words:** *individualization of teaching, Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, natural science and mathematical disciplines, training of students.*

Актуальной проблемой Украины является необходимость роста социального и экономического уровня жизни страны. Позитивные преобразования зависят от квалификации, способности к творчеству, стремления людей к максимальной реализации своих индивидуальных возможностей. Экономический прогресс и конкурентоспособность на мировой арене гарантируют и развитие естественно-математических отраслей. Но в последние годы в Украине наблюдаются устойчивая тенденция снижения уровня школьной подготовки по естественно-математическим дисциплинам и уменьшение количества выпускников, проявляющих заинтересованность в отраслях с профильными естественно-математическими науками. Решение данных проблем лежит в плоскости модернизации обучения студентов естественно-математических специальностей педагогических университетов страны. Одним из путей модернизации является подготовка студентов к осуществлению индивидуализации обучения учащихся средней школы. Глубокому осмыслению состояния современных процессов подготовки студентов естественно-математических специальностей высших педагогических учебных заведений к осуществлению индивидуализации обучения учащихся средней школы, проектированию этой проблемы в будущем способствуют изучение, переосмысление и творческое использование исторического опыта, в котором сосредоточены ценные результаты научно-методических поисков отечественных педагогов по обозначенным вопросам.

В современной педагогической науке проблеме индивидуализации обучения посвящено значительное количество научных работ, в которых раскрываются различные ее аспекты: терминологическое поле индивидуализации обучения (В. Володько, Т. Годованюк, С. Гончаренко, Г. Селевко, П. Сикорский, А. Кирсанов, И. Унт и др.); цель, противоречия, закономерности, принципы, структура, условия эффективности индивидуализации и дифференциации обучения (В. Володько, Н. Жукова, О. Зимовина, А. Кирсанов, С. Овчаров, М. Прокофьева, П. Сикорский, Н. Солдатенко, И. Унт и др.); виды, формы индивидуализации и дифференциации обучения (А. Бирик, И. Бутузов, М. Виноградова, В. Володько, И. Зверев, В. Монахов, Н. Ничкало, В. Орлов, И. Осмоловская, П. Сикорский, В. Фирсов, Л. Фридман,

И. Унт, К. Ушаков и др.); развитие идеи индивидуализации обучения в истории украинской школы в разное время (Л. Березивская, Л. Бондарь, В. Володько, Т. Вожегова, С. Гончаренко, Н. Гупан, Н. Дичек, Л. Дубровская, А. Кирсанов, А. Наливайко, Ю. Олексин, Т. Плахтиенко, А. Сухомлинская, И. Унт и др.). Однако на сегодня отсутствует целостное историко-педагогическое исследование, в котором в выбранных хронологических границах (вторая половина XX века – начало XXI века) комплексно и системно анализировались теория и практика индивидуализации обучения студентов естественно-математических специальностей высших педагогических учебных заведений Украины.

Цель статьи – проанализировать опыт подготовки студентов естественно-математических специальностей Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского к индивидуализации обучения учащихся в 50–60-е годы XX века.

**Материал и методы.** Материалом для проведения исследования послужили психолого-педагогические труды ученых, в которых рассматривается сущность индивидуализации обучения; архивные материалы, касающиеся деятельности Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского по обучению студентов естественно-математических специальностей в 50–60-е годы XX века. С целью определения категориального аппарата исследования, выявления и анализа стратегической направленности, систематизации архивных материалов, рассмотрения выбранной проблемы в динамике применялись общенаучные, исторические, понятийно-терминологические, проблемно-целевые методы.

**Результаты и их обсуждение.** Подчеркнем, что под индивидуализацией обучения в педагогике понимается: организация обучения, при которой выбор способов, приемов, темпа обучения обусловливается индивидуальными особенностями учащихся (Г. Селевко, Н. Скрипник, Т. Шамова); процесс развития и формирования личности, направленный на индивида, его индивидуальность как объект этого процесса (В. Володько); педагогический процесс, создающий условия для самореализации личности, выявления (диагностики) и развития ее творческих возможностей (И. Исаев, Т. Васильева, В. Сластенин); отделение (выделение) ученика в процессе обучения для учета присущих ему особенностей, реализации и развития его возможностей в учебной деятельности (Н. Лобко-Лобановская). Учитывая различные подходы к определению индивидуализации обучения, отметим основные ее признаки. Индивидуализация обучения – это процесс, который направлен на развитие индивидуальности; предусматривает отделение (выделение) ученика в процессе обучения для учета присущих ему индивидуальных особенностей; требует определенной организации этого процесса (система индивидуализированных способов и приемов взаимообусловленных действий учителя и учащихся на всех этапах учебной деятельности) [1, с. 25].

Подготовку студентов педагогических институтов к осуществлению индивидуализации обучения учащихся мы рассматриваем как процесс овладения студентами знаниями, умениями и навыками, позволяющими осуществить индивидуализацию обучения учащихся.

Заметим, что в 1950-е годы на уровне организации высшего педагогического образования понимали важность подготовки студентов педагогических институтов к осуществлению индивидуального подхода к учащимся. Об этом свидетельствует архивный документ «Справка о качестве подготовки учительских кадров Одесским педагогическим институтом им. К.Д. Ушинского системы Министерства Образования УССР в свете передовой статьи “Правда” от 19.11.1953 года». В ней были указаны отрицательные моменты профессиональной подготовки студентов, а среди них недостаточность знаний, умений, навыков по учету возрастных, психологических особенностей учащихся в учебно-воспитательном процессе, составлению психолого-педагогической характеристики отдельных учащихся [2, л. 97].

Проведенный анализ архивных материалов позволяет утверждать, что в Одесском государственном педагогическом институте им. К.Д. Ушинского в исследуемый период студентов готовили к осуществлению индивидуализации обучения учащихся в процессе аудиторных занятий, при организации учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы, педагогической практики, хотя в повседневном обиходе преподаватели понятие «индивидуализация обучения» не использовали.

В 1950 году совместная сессия Академии наук СССР и Академии медицинских наук СССР выдвинула задачу раскрытия физиологических механизмов психической деятельности на основе глубокого изучения трудов академика И. Павлова. Согласно данной задаче в 1950-е годы темы лекционного курса по психологическим дисциплинам (психологические особенности детей школьного возраста, индивидуальные особенности школьника и индивидуальный подход к нему) были перестроены с учетом наследия И. Павлова; в 1960-е годы по школьной гигиене введено занятие «Методика изучения индивидуальных особенностей высшей нервной деятельности школьника и оценка умственной работоспособности», в процессе которого студенты получали задание обследовать по соответствующей методике учеников своего класса для учета полученных результатов при выборе методов обучения [3, л. 6].

Считаем, что подготовке на аудиторных занятиях студентов к осуществлению индивидуализации обучения учащихся в указанный период в разной степени способствовали следующие, принятые на заседаниях кафедр, предложения преподавателей: прорабатывать со студентами во время лабораторного практикума по физике самые тяжелые задачи школьного физического практикума [4, л. 69]; обсуждать со студентами на семинарских занятиях по педагогике методические разработки воспитательных мероприятий для различных возрастных групп учащихся [5, л. 3]; ввести факультативные практикумы для студентов IV курса (о вечерних рабочих школах, интернатах, школах продленного дня) и для студентов III курса (о летних пионерских лагерях, ученических бригадах, КСМ лагерях); пересмотреть содержание курсов педагогических дисциплин для создания педагогики определенных возрастных периодов (зав. кафедрой доц. С. Збандуто) [5, л. 7]; обучать студентов в курсе психологии методике изучения личности [6, л. 25], ввести в содержание темы «Личность» вопрос о соотношении личности и индивидуальности [6, л. 31].

Подчеркнем, что, поскольку в 1960-е годы в учебных заведениях Министерства образования УССР начинается внедрение программированного обучения, преподаватели Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского предпринимали определенные меры по подготовке студентов к его применению в средней школе. Так, обогащению содержания лекций и практических занятий по предметам психолого-педагогического цикла и профессиональных дисциплин опытом применения программированного обучения способствовала проводимая институтом в 1964–1965 учебном году на базе городских школ № 19, 26, 38, 118 экспериментальная работа по исследованию возможностей данного вида обучения в условиях средней школы [7, л. 24]. Историографический поиск свидетельствует, что в последующие годы метод программированного обучения математике в средней школе был включен в программу преподавания методики математики на III–IV курсах [8, л. 4]. Преподавателями вуза были составлены программированный учебник по алгебре для 6 класса (доцент Б. Мукминов, старший преподаватель В. Рубинштейн, старший преподаватель Т. Шевченко, старший преподаватель Д. Гончаров) [8, л. 6] и программированный учебник по физике (раздел «Механика») для X класса средней школы [7, л. 66]. К ознакомлению с данными учебниками привлекли студентов соответствующих факультетов. Кафедрой высшей математики и кафедрой психологии для студентов были организованы кружки по изучению математических машин и программированию [9, л. 4], а также по изучению теории и практики программированного обучения. Тематика занятий научного студенческого кружка в лаборатории методов обучения предполагала обсуждение психологических и дидактических основ программированного обучения, опыта его осуществления при преподавании физики, математики, астрономии, анатомии в средней школе [10, л. 1].

О подготовке студентов естественно-математических специальностей в процессе педагогической практики к осуществлению индивидуального подхода к ученикам свидетельствуют следующие задания для студентов. Так, в 1950-е годы задания для IV курса физико-математического факультета предусматривали: знакомство с личными делами учащихся; посещение их на дому; работу с отстающими учащимися; посещение занятий географического, физического школьных кружков [5, л. 3]. В 1960-е годы студенты III курса физико-математического факультета в процессе безотрывной педагогической практики выполняли задания, предполагающие: наблюдение за обеспечением учителем на уроках производительности различных типов памяти учащихся (к практическим занятиям по пси-

хологию); сосредоточение внимания на выборе учителем различного типа уроков в зависимости от характера учебного материала и возрастных особенностей учащихся; знакомство с работой предметного кружка; посещение родителей учащихся на дому; работу с неуспевающими (к практическим занятиям по педагогике) [7, л. 43–45].

Считаем, что усовершенствованию профессиональной подготовки студентов в процессе педагогической практики по осуществлению индивидуального подхода к учащимся способствовало рассмотрение на заседаниях кафедры педагогики и психологии определенных вопросов: о необходимости формирования у студентов умений организовывать воспитательную работу с пионерами в соответствии с требованиями учета возрастных особенностей детей на подготовительном семинаре по летней педагогической практике в пионерских лагерях [5, л. 3]; о важности обеспечения, с учетом специфики определенного класса, творческого подхода к разработке уроков практикантами [5, л. 64]; об обучении студентов физико-математического факультета умению осуществлять индивидуальный подход к учащимся при проведении педагогической практики по производственному обучению на V курсе [5, л. 71].

Интересными с точки зрения нашего исследования являются также следующие решения кафедр. Так, кафедрой педагогики и психологии было предложено в 1967 году направить группу студентов на работу с трудновоспитуемыми детьми в районную комиссию по борьбе с детской безнадзорностью во главе с преподавателем кафедры педагогики [11, л. 43]. Отмечая успешность подработки студентов в детских комнатах милиции в 1967/68 учебном году, было решено продлить ее на общественных началах в последующие годы. А кафедра элементарной математики и кафедра высшей математики постановили студентов старших курсов привлекать к изучению причин неуспеваемости по математическим дисциплинам, к подготовке и проведению районной и областной математической олимпиады, к работе юношеской математической школы [7, л. 62]. По решению же кафедры физики об обязательном проведении каждым студентом факультативного курса во время практики [12, л. 21] в 1969/70 учебном году студенты впервые вели в школах факультативные курсы [12, л. 14].

Отметим интересный, с точки зрения исследуемой нами проблемы, опыт преподавателей кафедры физики. Так, с целью подготовки студентов к проведению в школе факультативных курсов кафедрой физики был разработан и проведен специальный курс по методике преподавания факультативов в средней школе. Поскольку в то время не существовало разработанной методики проведения факультативных занятий в школе, сначала была проведена, с последующим детальным обсуждением, открытая лекция исполняющего обязанности доцента Г. Редько. На обсуждении открытой лекции внимание уделялось проработке различных аспектов методики разными специалистами и разработке общей методики проведения факультативов в разных классах [12, л. 8–9]. В результате для проведения спецкурса Г. Редько обобщил собственный опыт работы на факультативе и опыт лучших учителей, а также предоставил студентам образец проведения одного факультативного курса «Законы сохранения в механике» [13, л. 7].

По нашему мнению, подготовке студентов естественно-математических специальностей по осуществлению индивидуализации обучения учащихся также способствовали разработка преподавателями кафедры курса по использованию технических средств обучения в процессе преподавания физики в школе [12, л. 8–9]; проведение для студентов экскурсий на вычислительный центр, телевизионную студию [12, л. 10]; разработка цикла демонстраций для вечеров занимательной физики, который студенты могли использовать при проведении вечеров в школе [13, л. 8].

На подготовку к осуществлению будущими учителями естественно-математических дисциплин индивидуализации обучения учащихся в исследуемый период была направлена деятельность научных студенческих кружков и студенческих научных конференций. Об этом свидетельствуют доклады студентов по следующей тематике: «К вопросу о психологических особенностях трудных детей в коллективе»; «Учет индивидуальных особенностей учащихся – важное условие привлечения их к активной работе на уроке»; «Из опыта индивидуального подхода к ученикам»; «Программированное обучение и его использование в школе»; «Факультативные курсы в школе»; «Кружок по физике в 6–8 классах»; «Факультативный курс по теории относительности»; «Методика проведения практи-

кума решения задач на факультативе по законам сохранения в механике»; «Анализ учебных передач по физике Киевской студии телевидения» [12, л. 28]; «Типы темпераментов учеников и их учет в учебно-воспитательной работе» [10, л. 2]; «Особенности мышления учащихся 4 класса начальной школы при решении арифметических задач» [10, л. 4]; «Мотивы и их влияние на повышение эффективности мыслительной деятельности учащихся»; «Мотивы и их влияние на возникновение и формирование интереса к математике»; «Руководство по программированному обучению электротехнике». Отметим тематическую направленность докладов 1-й Республиканской научно-студенческой конференции по психолого-педагогическим наукам пединститутов УССР, проведенной на базе кафедр педагогики и психологии Одесского педагогического института им. К.Д. Ушинского 6–8 мая 1969 года, способствующих подготовке студентов к осуществлению индивидуального подхода к учащимся. Так, заслушивались доклады по темам «Причины и предупреждение правонарушений подростками», «Учет интересов старшеклассников в планировании воспитательной работы», «Психологическое изучение трудных детей и учет их особенностей в процессе учебно-воспитательной работы».

Следует также отметить, что наработке практического материала, используемого при подготовке студентов к осуществлению индивидуализации обучения, способствовало проведение в 1968/69 учебном году совместной экспериментальной работы кафедрами педагогики, психологии, элементарной математики Одесского государственного педагогического института. Эксперимент проводился в школах Кодымского района Одесской области по теме «Экспериментальная проверка учебных программ начальных школ Кодымского района Одесской области (дидактические и методические основы процесса обучения в 1-х классах)». Среди рассматриваемых вопросов – учет индивидуальных возможностей учащихся в процессе обучения.

Подчеркнем, что о результативности проводимых преподавателями мер по подготовке студентов естественно-математических специальностей к осуществлению индивидуализации обучения учащихся свидетельствует результат практики студентов IV–V курсов физико-математического факультета, который обсуждался на кафедре педагогики и психологии в 1960-е годы. Были отмечены очень хорошие отзывы учителей о работе студентов в Крымской области по организации предметных кружков, проведению вечеров занимательной физики, математики, работе с отстающими учениками [11, л. 19].

**Заключение.** Таким образом, историографический поиск свидетельствует, что на уровне организации высшего педагогического образования в исследуемый нами период понимали важность подготовки студентов педагогических институтов к осуществлению индивидуального подхода к учащимся. Хотя в 1950–1960-е годы преподаватели Одесского государственного педагогического института им. К.Д. Ушинского понятие «индивидуализация обучения» не использовали, проведенный анализ архивных материалов позволяет утверждать, что в исследуемый период студентов готовили к осуществлению индивидуализации обучения учащихся в процессе аудиторных занятий, при организации учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы, педагогической практики. Пути совершенствования такой подготовки обсуждались на заседаниях кафедр. Ее улучшению способствовали изменения, вносимые в содержание лекций и практических занятий; введение определенных спецкурсов и факультативных курсов; наработка преподавателями практического материала благодаря участию в экспериментальной работе; соответствующая направленность заданий для студентов, тематика докладов студенческих научных конференций и занятий кружков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Писоцька, М.Е. Індивідуалізація навчання: понятійно-категоріальний аналіз / М.Е. Писоцька // Педагогіка та психологія: зб. наук. праць / за заг. ред. І.Ф. Прокопенка, С.Т. Золотухіної. – Харків: «Смугаста типографія», 2015. – Вип. 50. – С. 19–29.
2. Государственный архив Одесской области (далее ГАОО). – Фонд Р-6570. – Оп. 3. Ед. хр. 175. Протоколы заседаний кафедры педагогики за 1953 год. – 127 л.
3. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. хр. 680. Годовой отчет о работе на заочном отделении кафедры естественных наук за 1969/70 учебный год. – 17 л.
4. ГАОО. – Фонд Р-6570. Одесский государственный педагогический институт им. К.Д. Ушинского. – Оп. 1. Ед. хр. 199 // Протоколы заседаний кафедры физики за 1955–1958 года. – 224 л.
5. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 3. Ед. хр. 64. Книга протоколов заседаний кафедры педагогики та психології інституту. – 78 л.
6. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. хр. 837. Протоколы заседаний кафедры психологии. – 41 л.

7. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 329. Звіт про роботу інституту за 1964/65 навчальний рік. – 55 л.
8. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 362. Годовий план роботи кафедри елементарної математики і методики преподавання математики на 1965/66 учебний год. – 11 л.
9. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 387. Протоколи засідань кафедри вищої математики за 1965–1967 года. – 24 л.
10. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 639 // Кафедра психології. Документи о работе научного студенческого кружка (планы, протоколы, отчеты). – 23 л.
11. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 425. Протоколи засідань кафедри педагогії і психології за 1966/67 учебний год. – 55 л.
12. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 657. Годовий отчет о работе кафедры физики за 1969/70 учебный год. – 37 л.
13. ГАОО. – Фонд Р-6570. – Оп. 1. Ед. кр. 755. Годовий отчет о работе кафедры физики за 1970/71 учебный год. – 13 л.

## REFERENCES

1. Pisotska M.E. *Pedagogika ts psikhologiya: zbirnik naukovikh prats* [Education and Psychology: Scientific Research Journal], Kharkiv: «Smugasta tipografiya», 50, pp. 19–29.
2. *GAOO. Fond P-6570. Op. 3. Od. zb. 175. Protokoly zasedanii kafedry pedagogiki za 1953 god* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 175, Minutes of 1953 Education Department Meetings], 127 sheets.
3. *GAOO. Fond P-6570. Op.1. Od. zb. 680. Godovoi otchet o rabote na zaachnom otdelenii kafedry estestvoznaniya za 1969/70 uchebni god* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 680, Annual Report of Part Time Department of Natural Science Department in 1969–70 Academic Year], 17 sheets.
4. *Gosudarstvennyy arhiv Odesskoï oblasti (GAOO) Fond P-6570. Odesskii gosudarstvennyy pedagogicheskiy institut imeni K.D. Ushinskogo Op. 1. Od. zb. 199. «Protokoly zasedanii kafedry fiziki za 1955–1958 goda»* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Minutes of Physics Department Meetings in 1955–1959], 224 sheets.
5. *GAOO. Fond P-6570. Op. 3. Od. zb. 64. Knzga protokoliv zasidannu kafedry pedagogiki ta psihologii instytutu* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 64, Book of Minutes Education and Psychology Department Meetings], 78 sheets.
6. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 837. Protokoly zasedani kafedry psihologii* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 837 Minutes of Psychology Department Meetings], 41 sheets.
7. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 329. Zvit pro robotu instytutu za 1964/65 navchalny rik* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 329 Report on the Institute Activity in 1964–65 Academic Year], 55 sheets.
8. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 362. Godovoi plan raboty kafedry elementarno matematiki i metodiki prepodavaniya matematiki na 1965/66 uchebniy god* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 362 Annual Plan of Elementary Mathematics and Methods of Teaching Mathematics Department Work for the Academic Year of 1965–66], 11 sheets.
9. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 387. Protokoly zasedani kafedry vysshei matematiki 1965–1967 goda* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 387 Minutes of Higher Mathematics Department Meetings of 1965 1967], 24 sheets.
10. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 639. Kafedra psihologii. Dokumenty o rabote nauchnogo studencheskogo kruzhka (plany, protokoly, otchty)* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 639. Psychology Department. Papers of Students Research Circle (Plans, Minutes, Reports)], 23 sheets.
11. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 425. Protokoly zasedanii kafedry pedagogiki i psihologii za 1966/67 uchebniy god* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 425 Minutes of Education and Psychology Department Meetings for the Academic Year of 1966–67], 55 sheets.
12. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 657. Godovoi otchet o rabote kafedry fiziki za 1969/70 uchebniy god* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 657, Annual Report of Physics Department in 1969–70 Academic Year], 37 sheets.
13. *GAOO. Fond P-6570. Op. 1. Od. zb. 755. Godovoi otchet o rabote kafedry fiziki za 1970/71 uchebniy god* [State Archive of Odessa Region (SAOR), Odessa State Pedagogical K.D. Ushinsky Institute, Op. 1. Od. zb. 755, Annual Report of Physics Department in 1970–71 Academic Year], 13 sheets.

Поступила в редакцію 28.11.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: mariwap63@gmail.com – Писоцкая М.Э.

## Критерии сформированности гражданской культуры студентов, проходящих обучение на военной кафедре

А.В. Жуков

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

*Современный этап развития Вооруженных Сил Республики Беларусь предъявляет повышенные требования к военным кадрам, их деловым, профессиональным, общечеловеческим, морально-боевым и другим качествам. В этих условиях гражданская культура студентов, проходящих обучение на военных кафедрах, становится средством, обеспечивающим динамичное развитие нашего государства и общества в целом.*

*Цель статьи – определение критериев сформированности гражданской культуры, необходимых для успешного построения модели учебно-воспитательного процесса военной кафедры учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».*

**Материал и методы.** *Констатирующий эксперимент был проведен на II и III курсах. Привлекались студенты математического, филологического и факультета физической культуры и спорта (70 человек) ВГУ имени П.М. Машерова. Используются следующие методы исследования: наблюдение за деятельностью студентов, обучающихся на военной кафедре, беседы, анкетирование и статистическая обработка данных.*

**Результаты и их обсуждение.** *В статье рассмотрены аксиологический, гносеологический, деятельностный подходы в становлении гражданской культуры. Отражен результат констатирующего этапа эксперимента, целью которого было определить у студентов знания о сущности гражданской культуры, а также качественные составляющие оценки гражданской культуры, ее функции. Выявлены низкий, средний и высокий уровни сформированности гражданской культуры студентов, проходящих обучение на военной кафедре.*

**Заключение.** *Выявленные критерии гражданской культуры должны повысить учебно-воспитательный потенциал военной кафедры во взаимодействии с университетом, направленный и организованный с учетом целей, задач и оптимальных условий для успешного формирования гражданской культуры личности студентов.*

**Ключевые слова:** *гражданская культура, военная кафедра, студенты.*

## Criteria of Shaping Students' Civic Culture at the Military Department

A.V. Zhukov

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

*The development of Armed Forces of the Republic of Belarus sets requirements to military personnel, their business, professional, human, moral combating and other qualities. In these conditions students' civic culture at Military Departments becomes a means which provides dynamic growth of our state and the society in general.*

*The purpose of the article is identification of the criteria of shaping civic culture which are necessary for successful building of a model of the academic process at the Military Department of Vitebsk State P.M. Masherov University.*

**Material and methods.** *The stating experiment was made with the 1<sup>st</sup> and the 2<sup>nd</sup> year students. Mathematics, Philology and Sports students (70) of Vitebsk State University were involved. The following research methods were used: observation of students at the Military Department, talks, questionnaires and statistic data processing.*

**Findings and their discussion.** *Axiological, gnoseological and activity approaches in shaping civic culture were considered in the article. Findings of the stating stage of the experiment are reflected, the aim of which was to find out students' knowledge of the essence of civic culture, qualitative components of civic culture evaluation, its functions. Low, average and high levels of shaping students' civic culture at the Military Department were identified.*

**Conclusion.** *The identified criteria of civic culture should improve the academic potential at the Military Department in cooperation with the University which is aimed at and arranged considering purposes, tasks and optimal conditions for successful shaping civic culture of student personality.*

**Key words:** *civic culture, Military Department, students.*

**В**ооруженные Силы Республики Беларусь, будучи основой обеспечения военной безопасности Республики Беларусь, составляют опору ее государственности. Они могут успешно выполнять свое историческое предназначение только при условии качественной подготовки военных кадров,

в том числе и ее резерва.

Студенты, прошедшие обучение на военной кафедре учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» и получившие вместе с дипломом о высшем образовании воинское звание «лейтенант запаса», не призываются на военную службу в обязательном порядке. Это повышает ответственность профессорско-преподавательского состава военной кафедры в подготовке резерва Вооруженных Сил.

Глубокое понимание своего предназначения, наряду с такими важными категориями, как гражданское сознание, мышление, чувство, воля, а также желание и умение применять их в общественно-политической деятельности – это то, что необходимо воспитывать в будущем офицере. Будучи членами социальной системы и находясь во множестве общественных и личных связей, выпускники военной кафедры должны быть определенным образом организованы, способными согласовывать свою деятельность с другими членами общества, соблюдать нормы и правила, соответствовать его требованиям.

В современных условиях гражданская культура становится своего рода индикатором, базой и критерием готовности выпускника к самостоятельному труду и самореализации в целом. Поиск путей формирования гражданской культуры студентов, проходящих военную подготовку в вузах, является актуальной проблемой для системы военного образования. Последняя обусловлена тем, что сложившаяся система по формированию гражданской культуры у студентов вуза, обучающихся на военной кафедре, требует коррекции, поиска новых ориентиров и новых возможностей для развития будущего офицера.

Необходимость изучения процесса формирования гражданской культуры у студентов, проходящих обучение на военной кафедре, определяется многими факторами:

– во-первых, от того, какой культурный потенциал будет сформирован у студента в процессе обучения, воспитания и развития, зависит его будущее не только как личности, но и как профессионала и гражданина;

– во-вторых, гражданская культура базируется на высоком профессионализме и квалификации будущего офицера;

– в-третьих, занимаясь педагогической деятельностью по своему первостепенному предназначению и имея высокий уровень гражданской культуры выпускники военной кафедры передают накопленный опыт и совокупность знаний, умений и навыков, определяющих образцы общественной деятельности. При этом формируется стремление к определенным идеалам, развитию правового государства и гражданского общества.

Проблема определения сущности гражданской культуры заключается в различном ее толковании, что, прежде всего, связано с наукой, рассматривающей данный феномен. Гражданская культура выступает как составной элемент общей культуры, производной от правовой, политической, демократической, духовной, нравственной и др., которая имеет собственную структуру, находится в постоянном обмене ценностей, норм, знаний и имеет весьма естественный характер.

Начиная с середины XX века наметилась тенденция обращения философов, психологов, педагогов к анализу феномена гражданская культура как значимого фактора жизнедеятельности современного человека в обществе и государстве.

Имея различные мировоззренческие позиции, В.Н. Амелин, О.В. Омеличкин, Н.М. Кейзеров, А.П. Кочетков, А.Ю. Мельвиль, В.Н. Коновалов, А.И. Никитин, П.А. Сергиенко, А.И. Соловьев, В.Д. Мехедов, М.Ф. Черныш, Н.Е. Яценко, Е.С. Казаков и др. занимались исследованиями в области гражданской культуры. Проблемы формирования гражданской культуры нашли отражение в работах А.П. Кравченко, А.П. Кочеткова, Ю.А. Красина, И.Б. Левина, С.М. Липсет, Л.М. Романенко, Ю.М. Резника, В.Г. Смолькова и др. Теории и практике гражданского воспитания уделялось много внимания и советскими педагогами: Н.К. Крупской, А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинским и др.

Круг факторов, оказывающих серьезное воздействие на специфику формирования гражданской культуры студентов студенческой молодежи, на современном этапе весьма широк. Отсутствие жизненного опыта, стойких гражданских ценностей и убеждений значительно усложняет процесс социализации студенчества и формирования у него гражданской культуры.

Цель статьи – определение критериев сформированности гражданской культуры, необходимых для успешного построения модели учебно-воспитательного процесса военной кафедры учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

**Материал и методы.** На базе военной кафедры ВГУ имени П.М. Машерова проведен констатирующий этап эксперимента, целью которого было выявить у студентов знания о сущности гражданской

культуры и ее ценностях, определить качественные составляющие ее оценки. Привлекались студенты математического, филологического и факультета физической культуры и спорта, проходящие обучение на военной кафедре ВГУ имени П.М. Машерова (70 человек II и III курсов). Перечень вопросов, предложенных студентам при проведении анкетирования, изложен в табл.

Использованы общенаучные методы теоретического исследования:

– теоретический (сравнение и анализ научной литературы по теме исследования с целью систематизации различных подходов рассматриваемого явления, выделения критериев, признаков, свойств и функций гражданской культуры);

– эмпирический (наблюдение за деятельностью студентов, обучающихся на военной кафедре, беседы, анкетирование);

– статистический (для оценки одновременного влияния всех факторов, действующих на формирование гражданской культуры студентов).

**Результаты и их обсуждение.** В рамках поставленной цели рассмотрим различные подходы ученых, посвященные изучению феномена «гражданская культура», определим функции и специфику.

Г. Алмонд и С. Верба в работе «Снова о гражданской культуре» («The Civic Culture Revisited», 1980) понятию «гражданская культура» дана следующая формулировка: «это совокупность ценностей, стандартов, норм и стереотипов, регулирующих отношения индивида или социальной группы с обществом и властью» [1, с. 91].

Профессор В.Н. Коновалов дал свое определение, где «гражданская культура – важнейший показатель активного гражданства, инициативного поведения и практического гражданского соучастия в общественных делах» [2, с. 37].

В данных дефинициях прослеживается взаимосвязь гражданской культуры и политической, где в гражданской культуре предусмотрена интегративная функция, что недостаточно полно раскрывает феномен гражданской культуры.

А.И. Соловьев, А.П. Кочетков, В.Д. Мехедов, Ю.М. Резник в своих трудах гражданскую культуру рассматривают как синтез ценностей личности, где личность накапливает в себе ряд ценностных ориентаций и формирует на их основе предпочтения. В трудах этих ученых прослеживается аксиологический подход в изучении гражданской культуры.

А.И. Соловьев характеризует гражданскую культуру «как явление, где органически сливаются политические и правовые, нравственные и эстетические, а также иные ценности, создающие единую базу для осознания человеком гражданских прав и обязанностей индивида и общества, личности и государства» [3, с. 67].

Аксиологический подход достаточно точно показывает роль гражданской культуры в жизни личности, где она синтезирует в себе всю совокупность ценностей в различных сферах жизнедеятельности человека, характеризуя его ролевые функции в обществе. Упомянутые представления помогают осознать человеку свой гражданский долг, политическую ответственность и патриотизм.

Н.Е. Яценко рассматривает понятие «гражданская культура» с точки зрения гносеологического подхода, где гражданские знания человека позволяют ему самореализоваться в качестве гражданина.

Гражданин – лицо, имеющее устойчивую политико-правовую связь с конкретным государством, закрепленную в виде гражданства [4, с. 215]. Можно сказать, что обладая гражданской культурой, личность преобразуется в гражданина своего государства.

Н.Е. Яценко термину «гражданская культура» дает такое определение: «уровень, характер и содержание нравственных, правовых, политических, эстетических и иных знаний и навыков человека, помогающих ему осознать свои гражданские права и обязанности и определить свое место и роль в решении задач, стоящих перед обществом» [5].

А.А. Айвазян, П.А. Сергиенко, Н.М. Кейзеров, М.Ф. Черныш и др. в изучении гражданской культуры имели деятельностный подход, где она рассматривалась как практическая составляющая человеческой деятельности, проявляющаяся в общественных организациях и движениях, в согласованной деятельности общества и его взаимодействии с государством.

Н.М. Кейзеров рассматривает гражданскую культуру как структурный элемент гражданской жизни общества, звено политической жизни, который выражает уровень зрелости общества, способность

преодолеть противоречия в рамках обеспечения общих гражданских интересов, форм и механизмов выработки и реализации совместных решений, согласованных действий [6, с. 122].

Рассмотрев основные свойства гражданской культуры, обуславливающие ее специфику, Н.М. Кейзеров определил функции гражданской культуры, где, на наш взгляд, одной из значимых является функция «посредствующего звена между общечеловеческими ценностями, новым политическим мышлением и политическим сознанием и поведением граждан» [6, с. 123].

П.А. Сергиенко среди элементов гражданской культуры выделял «умение пользоваться своими правами, свободами, наличие высокой ответственности перед обществом и государством, патриотизм – вот далеко не полный перечень элементов гражданской культуры» [7].

Все это позволяет личности самоутвердиться в обществе, осознать свою значимость и влияние, а также почувствовать себя полноценным участником гражданской и политической жизни общества.

В данных дефинициях авторы показали социокультурную основу гражданской культуры, находящейся во взаимосвязи с социальной структурой общества и имеющей коммуникативную природу. Тем самым установлены функции гражданской культуры, важнейшими из которых являются:

- объединение свободных граждан в организации на основании признания определенных ценностей как истинно верных для них, но не противоречащих обществу;
- социализация индивида, находящая осуществление в трех сферах: деятельности, общении, самосознании. Происходит становление личности гражданина, усвоение им ценностей, норм, уставов, образцов поведения, присущих данному обществу;
- выполнение своих обязанностей, отстаивание и защита прав личности на основе закона, построение отношений гражданина и государства;
- сохранение и обогащение общечеловеческих ценностей, гармонизация жизни различных социальных групп. Овладение гражданской культурой способствует сближению, объединению людей на базе существующих одинаковых или схожих целей и интересов;
- выработка путей дальнейшего развития общества, прогресса цивилизации на основе признания общечеловеческих интересов, что помогает подняться над узкими интересами отдельных групп, индивидов [8].

Результаты проведенного исследования определили, что студенты имеют достаточный уровень знаний о гражданской культуре. Большинство опрошенных студентов (85%) знает основные положения Конституции Республики Беларусь, свои гражданские права и обязанности, особенности гражданского общества. Все опрошиваемые считают себя гражданином Республики Беларусь, при этом все то же большинство студентов гордятся проживанием на территории страны, испытывают чувства причастности к решению важнейших социальных проблем. Гражданское сознание студентов проявляется в осознании необходимости гражданской культуры как обязательного компонента становления личности офицера. На вопрос «Какова роль гражданской культуры в становлении личности офицера?» 61% ответили, что гражданская культура офицера имеет первостепенное значение в их профессиональной деятельности, 26% считают, что гражданская культура должна обязательно сочетаться с высоким уровнем профессиональных знаний, менее 13% не видят необходимости в гражданской культуре для профессиональной деятельности военнослужащего.

Осознание студентами своего гражданского долга проявляется в патриотизме и его содержании. На вопрос «Как проявляется патриотизм у военнослужащих?» 41% ответили к готовности пойти на самопожертвование, защищая Родину, 27% считают, что это отношение к профессии военнослужащего, 18% опрошенных ответили, что проявляется только во время боевых действий, 14% считают, что это отношение к своему государству и соотечественникам как таковое, никто не ответил, что это необычайное чувство военнослужащего.

Анализ уровня политической и общественной активности студентов позволяет сделать вывод, что в целом поколении современной молодежи заложены определенные традиции, к одной из которых относится гражданский долг. На вопрос «Как вы относитесь к выборам?» 33% думают, что «каждый голос важен», 48% – это важное мероприятие, благодаря которому они участвуют в общественной жизни государства, 17% считают, что «мой голос ничего не решит», 2% называют выборы глупым мероприятием, не ходят из принципа. Вместе с тем существует и некоторая аполитичность, указывающая на сугубо прагматические, утилитарные установки, пассивность в политической и общественной жизни. Это объясняет тем, что студенты находятся в поиске мировоззренческих, культурных, гражданских ориентиров.

Одним из важнейших примеров полноценно развитой личности, знакомой с понятием «гражданская культура», выступает человек, приоритетной целью которого является постижение гуманно ориентированного образования, где присущи нравственные, политические, эстетические, правовые, гражданские и другие ценности, регулирующие отношение индивида или социальной группы с обществом и властью. В связи с этим в предлагаемую студентам анкету нами были внесены вопросы № 1, 3, 9, 14, в которых оценивалась система образования как сфера сохранения и воспроизводства гражданских ценностей у студентов.

Гражданская культура у студентов сосредоточена в пределах ближнего межличностного общения. Система духовных ценностей молодежи вступает в глубокие и всеусложняющиеся отношения с внешней средой.

Учитывая этот факт, следует в воспитательном процессе уделять внимание развитию гражданской культуры студентов, так как приобретаемые знания будут основой и предпосылкой активного гражданского поведения, высококоразвитого патриотизма и гордости за свое государство на фоне сформированных личностных качеств.

Для успешного формирования гражданской культуры студентов, проходящих обучение на военных кафедрах, необходимо учитывать множество факторов: что такое гражданская культура, ее структура и выполняемые функции в обществе, особенности формирования в студенческой среде, определение критериев и показателей сформированности гражданской культуры. Исследование гражданской культуры студентов, обучающихся на военных кафедрах, нельзя проводить, нацеливаясь на изучение ее отдельных структурных компонентов. Необходимы анализ научной литературы, обобщение опыта, а также внедрение новаторства в соответствии с постоянными изменяющимися общественными процессами.

В связи с этим формирование и развитие гражданской культуры студенческой молодежи – одна из важнейших задач системы образования, где формирование гражданской культуры представляется как комплексное взаимодействие личности студента и системы образования.

Особенность формирования гражданской культуры студенческой молодежи на данном этапе исторического развития Республики Беларусь представляется:

- потребностью общества в профессионально подготовленных, воспитанных специалистах с высоким уровнем гражданской культуры;
- социально-экономическими условиями современного общества, с постоянно меняющимися ценностями и ценностными ориентациями;
- воздействием западных субкультур, идеалов на белорусское информационное пространство (по словам А.Г. Лукашенко: «новый вызов – культурно-идеологическая агрессия западного мира» [9]);
- тем, что студенческая молодежь – специальная демографическая группа населения, которая определяет содержание и характер настоящего и будущего развития страны. Она в силу своего объективного положения и состояния концентрирует в себе перспективные тенденции его развития [10, с. 4].

Становится понятно, что формирование гражданской культуры студенческой молодежи – сложная и очень ответственная задача, решаемая как на государственном уровне, так и на уровне учреждения образования – ректоратами, воспитательными отделами, деканатами, студенческими клубами, кураторами учебных групп и взводов на военной кафедре ВГУ имени П.М. Машерова.

В области теории и практике гражданского воспитания важен опыт советских педагогов А.С. Макаренко, В.А. Сухомлинского и др. В своих трудах они выявили качественные составляющие гражданского воспитания, которые условно легли в основу критериев сформированной гражданской культуры:

- наличие знаний о Конституции, гражданских правах и обязанностях, об особенностях гражданского общества;
- законопослушность (уважение законов);
- готовность к активному участию в жизни общества;
- осознание своих прав и обязанностей;
- сформированная потребность отстаивать интересы Республики Беларусь [11].

В определении основных аспектов воспитания гражданина А.С. Макаренко выделил следующее: квалифицированный труженик, политически и экономически образованный, имеющий высокую об-

щую культуру, ответственный за свои действия перед коллективом и обществом, умеющий работать в коллективе, с оптимизмом смотрящий вперед [12, с. 134].

Точка зрения А.С. Макаренко, где недисциплинированность выходит за пределы норм общества, актуальна и в наши дни. В нашем исследовании дисциплина выступает как обязательный элемент формирования гражданской культуры, проявляющийся как уважение законов и законопослушности.

В представлении В.А. Сухомлинского идеал гражданина предполагает такие качества, как социальный оптимизм, «умение дорожить святынями Отечества как личными ценностями» [13, с. 371], духовное богатство личности, достоинство, интеллект, трудолюбие, глубоко переживаемая гражданская позиция.

Проанализировав философско-социологические и психолого-педагогические труды по проблеме исследования феномена гражданской культуры, можно сделать следующие выводы: гражданская культура проявляется в форме нравственных понятий, суждений, этических знаний, моральных убеждений и умозаключений. Она регулирует отношение людей друг к другу, к государству, занимает ведущее положение в общей структуре личности, способна формировать гражданственность, которая должна включать доброе, честное, справедливое и гуманное в жизни индивида и человеческих отношениях.

Таким образом, целью системы воспитания, формирующей гражданскую культуру студентов вуза, мы считаем необходимость развития личностных качеств, ориентированных на общепринятые нормы и нравственные ценности.

Под личностным качеством следует понимать закрепившееся и ставшее привычным отношение, которое определяет устойчивость поведения человека в любых изменяющихся условиях [14, с. 322].

Мы склонны считать, что компоненты гражданской культуры наиболее соответствуют формированию мировоззрения молодых граждан. Человек, имеющий достаточный уровень знаний, определивший для себя систему гражданских ценностей и твердых убеждений, потребностей, не может иметь формальное отношение к другому человеку, себе самому, группе или обществу, к природе в целом.

Системный подход в изучении гражданской культуры студентов позволяет определить критерии сформированности данной культуры, что предопределяет эффективность формирования гражданской культуры у студентов в процессе обучения на военной кафедре.

Рассмотрим их.

#### *Высокий уровень*

Информированный, хорошо осведомленный в области права, истории, политики, экономики, социальных видов деятельности студент, активно ведущий познавательную деятельность, проявляющий ярко выраженный интерес к обучению во всех сферах.

Знаниевые и аксиологические компоненты переплетены и взаимодополняют друг друга. Ценности личности основываются на глубоких знаниях студента, основанных на гуманности, доброте, справедливости, ответственности, уважении к закону, дисциплинированности.

Наличие знаний и ценностей вызывает у студента положительные чувства: уважение государственной власти, любовь к Родине, патриотизм и стремление к миру и т.д.

Потребность жить по общепринятым правилам, отстаивать их, заинтересованность видеть свое государство процветающим и независимым, стремление обустроить Республику Беларусь основываются на положительных чувствах студента, формируя мотив к действиям и положительное отношение к общественным делам. В идеальном плане гражданин соперничает возникающие в государстве проблемы и испытывает положительные эмоции, радость, гордость за новые культурные, экономические, политические достижения, за принадлежность к своему государству – Республике Беларусь. Данный уровень сформированности гражданской культуры можно назвать гражданским оптимизмом.

Сформировав отношение, волю студента мы предопределяем поступок как результат проявления сформированной гражданской культуры. Считаем, что отношение к учебному процессу, текущая успеваемость по предметам обучения, в том числе и военным, межличностные отношения и отношение к старшим, участие в учебной, научной, трудовой, духовной, материальной деятельности и есть показатель сформированной гражданской культуры студента. Поступок, в свою очередь, является результатом высокого уровня гражданской культуры студента.

В данном случае это положительная динамика обучения как на военной кафедре, так и в университете, участие в научном кружке военной кафедры, университета, участие в конференциях, образцовое исполнение своих обязанностей, проявление познавательного интереса, активное участие

в общественной деятельности, где осознаны права и обязанности гражданина.

### *Средний уровень*

Студент достаточно осведомлен, имеет средний уровень знаний в области права, истории, политики, экономики, социальных видов деятельности. Социальные знания, как правило, получены в социальной, трудовой, учебной и других видах деятельности как результат наблюдения за действиями родителей, преподавателей, сокурсников, друзей и т.д. В обучении не проявляет активности, процесс обучения не выходит за рамки учебных программ.

Ценности личности основываются на знаниях студента, основанных на гуманности, доброте, справедливости, ответственности, уважении к закону, дисциплинированности.

Студент испытывает положительные чувства к государственной власти, к Родине, патриотизм и стремление к миру и т.д.

Наблюдается потребность жить в демократическом государстве, где не нарушаются права человека, присущи гуманность, доброта, справедливость, ответственность, уважение к закону и т.д. Для этой категории характерны основные гражданские качества.

Наряду с потребностью жить по общепринятым правилам, отстаивать их, видеть свое государство процветающим и независимым отношение студентов к внутригосударственным процессам имеет неустойчивый характер, с психологической точки зрения можно говорить о плохо сформированном мотиве, некой слабости волевого проявления.

Поступки, совершаемые студентами не постоянны, имея определенный мотив и достигнув поставленной цели, наблюдается спад активности.

Отношение к учебному процессу, текущая успеваемость по предметам обучения, в том числе и военным, находятся на уровне «золотой середины», имеют пассивный, созерцательный характер. Обучение в университете происходит по принципу «И стипендия есть, и родители не ругают».

В своем исследовании мы не хотим значительно разделять средний и высокий уровни сформированности гражданской культуры, делать их разнополюсными. Считаем, что при наличии знаниевого компонента и системы ценностей, содержащих общепринятые нравственные, правовые, политические, социальные ценности, уровень сформированности гражданской культуры проявляется в низкой гражданской активности как результат нестабильного отношения, неплановых поступков.

В нашем случае это средняя успеваемость в университете, на военной кафедре, как пример – при участии в научном кружке военной кафедры безрезультатная научная деятельность, добросовестное исполнение своих обязанностей, но «без огонька в глазах», интерес к обучению проявляется не всегда, но на занятия студент приходит подготовленный.

Низкая общественная активность, неготовность участвовать в жизни страны. Студент четко осознает свои права и обязанности, и этого ему вполне достаточно. Считаем, что такое проявление гражданской культуры можно отнести к среднему уровню.

### *Низкий уровень*

Студент имеет базовый уровень знаний в области права, истории, политики, экономики, социальных видов деятельности. Социальные знания бессистемны, отсутствует гражданская грамотность, что ведет к неспособности применять теоретические знания на практике, отсутствию интереса познания.

Ценности личности, основанные на гуманности, доброте, справедливости, ответственности, уважении к закону, дисциплинированности не сформированы, что ведет к их игнорированию, недовольству существующим укладом социальной жизни государства, самим государством, внутренним противоречиям. Как результат – отсутствует целостность представления о выполнении гражданских ролей, они не являются нормой в сознании и поведении.

Чувства студента к государственной власти, к государству не проявляются либо имеют негативное проявление к достижениям страны как негативная оценка состояния и перспектив общественного развития. Они не устойчивы либо не сформированы, что приводит к отсутствию гражданских потребностей и мотива, безразличному отношению студентов к внутригосударственным процессам.

Отношение к учебному процессу, текущей успеваемости по предметам обучения, в том числе и военным, недостаточное, безразличное. Социальная активность не проявляется.

Студент с низким уровнем гражданской культуры не осознает своих прав и обязанностей. Как результат – он практически не совершает действий без необходимости, поступки безответственны,

не имеют ярко выраженной цели и ни к чему не приводят. Считаем, что отсутствие гражданской культуры может привести к активности, направленной на разрушение основ современного общества, в том числе и агрессивному поведению.

Подобное проявление гражданской культуры можно отнести к низкому уровню гражданской культуры.

**Заключение.** Таким образом, гражданская культура – основная сущностная характеристика общественной культуры. Гражданская культура личности находится в прямой и непосредственной зависимости от повседневного поведения человека в обществе.

Речь идет о непрерывном процессе взаимодействия: «индивид–социум–гражданская культура–государство–социум–индивид» в единой системе.

Гражданская культура характеризует то, что вошло в повседневную практическую деятельность, она показывает уровень восприятия общественного сознания и степень воплощения духовных и моральных ценностей.

Определив критерии гражданской культуры в студенческой среде, мы можем выстроить модель ее формирования посредством взаимодействия учебно-воспитательной деятельности университета и военной кафедры, тем самым спрогнозировать условия успешного ее формирования.

**Анкета, предлагаемая студентам, проходящим обучение на военной кафедре ВГУ имени П.М. Машерова**

		Укажите Вашу группу на военной кафедре			
1.	Какие компоненты включает гражданская культура	а) нравственные	б) политические	г) правовые	д) все перечисленные
2.	Какова, на Ваш взгляд, роль гражданской культуры в становлении личности офицера	а) имеет первостепенное значение в его профессиональной деятельности	б) гражданская культура должна обязательно сочетаться с высоким уровнем профессиональных знаний	в) нет необходимости в гражданской культуре для профессиональной деятельности военнослужащего	
3.	Назовите, на Ваш взгляд, систему ценностей, наиболее полно раскрывающую гражданскую культуру	а) духовные	б) нравственные	г) политические	д) все перечисленные
4.	Как Вы относитесь к выборам	а) считаю, что мой голос ничего не решит; б) думаю, что каждый голос важен	в) важное мероприятие, благодаря которому участвую в общественной жизни государства	г) это глупое мероприятие, не хожу из принципа	
5.	Как часто Вы участвуете в выборах	а) всегда	б) почти всегда	в) редко	г) никогда
6.	Почему Вы ходите на выборы	а) так принято	б) это важное мероприятие, благодаря которому я участвую в общественной жизни	в) заставляют родители, друзья, знакомые или кто-либо еще	
7.	Конституция Республики Беларусь для Вас	а) гарантия соблюдения прав, свобод и обязанностей граждан	б) является основным Законом Республики Беларусь; в) выполняет функцию регулирования важнейших общественных отношений	г) обычная формальность независимости государства	
8.	Вы можете процитировать Гимн Республики Беларусь или передать его смысловое значение	а) да, я знаю его наизусть	б) да, могу передать его смысл	в) нет	
9.	Как часто Вы употребляете белорусский язык в обиходе	а) разговариваю только на нем	б) использую при необходимости (на занятиях)	в) почти никогда не использую	г) испытываю смущение, некую неприязнь
10.	Укажите причину, по которой Вы поступили на военную кафедру	а) не хочу служить в армии	б) планирую получить военную специальность	в) хочу участвовать в защите государства	
11.	Как Вы относитесь к цензурным выражениям	а) положительно	б) нейтрально	в) отрицательно	

# ПЕДАГОГІКА

12.	Какие причины могут оправдать нарушения законов Республики Беларусь	а) таких причин нет и быть не может	б) наверное, есть такие обстоятельства, но я про них не знаю	в) у каждого своя причина, в том числе и острая необходимость
13.	Вы нарушали законы Республики Беларусь	а) никогда	б) пару раз из-за незнания закона	в) периодически случается
14.	Вы считаете себя патриотом	а) да, я в этом убежден	б) считаю, что он проявляется только на войне	в) это качество на данный момент неактуально – главное финансовая стабильность
15.	Считаете ли Вы себя гражданином Республики Беларусь	а) да, у меня есть паспорт гражданина Республики Беларусь	б) да, Конституцией Республики Беларусь определены мои права и я готов их отстаивать	в) да, я родился в этой стране г) нет, это формальность

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданская культура: политические установки и демократия в пяти странах / Г. Алмонд; С. Верба; пер. с англ. Е. Генделя. – М.: Мысль, 2014. – 500 с.
2. Коновалов, В.Н. Словарь по политологии / В.Н. Коновалов. – М.: РГУ, 2010. – 650 с.
3. Соловьев, А.И. Культура гражданственности: к новой парадигме / А.И. Соловьев // Свободная мысль. – 1992. – № 7. – С. 61–71.
4. Словарь социально-гуманитарных терминов / А.Л. Айзенштадт, В.М. Галкин, Н.А. Котова [и др.]; под общ. ред. А.Л. Айзенштадта. – Минск: «Тестей», 1999. – 320 с.
5. Яценко, Н.Е. Толковый словарь обществоведческих терминов [Электронный ресурс] / Н.Е. Яценко. – СПб., 1999. – Режим доступа: <http://www.vslavar.ru/jur/7782.html>. – Дата доступа: 10.12.2016.
6. Кейзеров, Н.М. О соотношении гражданской и политической культур / Н.М. Кейзеров // Соц.-полит. науки. – 1991. – № 7. – С. 123.
7. Сергиенко, П.А. Массовое политическое сознание: проблемы формирования и развития / П.А. Сергиенко. – Киев: Лыбидь, 1991. – С. 163.
8. Гражданское общество и гражданин / под ред. В.Н. Мехедова. – Брянск: Изд-во БГУ, 1998. – 156 с.
9. Сильная и процветающая Беларусь должна иметь прочный идеологический фундамент. Доклад Президента Респ. Беларусь А.Г. Лукашенко по вопросам совершенствования идеологической работы (27 марта 2003 г.).
10. Кривонослова, Е.Э. Формирование ценностных ориентаций студенческой молодежи: учеб.-метод. пособие / Е.Э. Кривонослова. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2006. – 39 с.
11. Источник: <https://murzim.ru/nauka/pedagogika/26725-soderzanie-processa-vospitaniya.html>. – Дата доступа: 05.12.2016.
12. Макаренко, А.С. Педагогические сочинения: в 8 т. / А.С. Макаренко; редкол.: М.И. Кондаков [и др.]. – М., 1983. – Т. 1. – 318 с.
13. Сухомлинский, В.А. Избранные педагогические сочинения: в 3 т. / В.А. Сухомлинский. – 1980. – Т. 2. – 383 с.
14. Харламов, И.Ф. Педагогика: учебник / И.Ф. Харламов. – 7-е изд. – Минск: Университетское, 2002. – 560 с.

## REFERENCES

1. Almond G., Verba S. *Grazhdanskaya kultura: politicheskiye ustanovki i demokratiya v piati stranakh* [Civic Culture: Political Settings and Democracy in Five Countries], Moscow, Mysl, 2014, 500 p.
2. Konovalov V.N. *Slovar po politologii* [Dictionary on Political Science], M., RGU, 2010, 650 p.
3. Soloviyev A.I. *Svob. Mysl* [Free Thought], 1992, 7, pp. 61–71.
4. Aizenshtadt A.L., Galkin V.M., Kotova N.A. *Slovar sotsialno-gymanitarnykh terminiv* [Dictionary of Social and Humanitarian Terminology], Mn., «Testei», 1999, 320 p.
5. Yatsenko N.E. *Tolkovii slovar obshchestvovedcheskikh terminov* [Dictionary of Social Science Terminology], SPb., 1999, Available at: <http://www.vslavar.ru/jur/7782.html>.
6. Keizerov N.M. *Sots.-polit. nauki* [Social Political Sciences], 1991, 7, pp. 123
7. Sergiyenko P.A. *Massovoye politicheskoye soznaniye: problemi formirovaniya i razvitiya* [Mass Political Thinking: Issues of Shaping and Development], Kiyev, Lybid, 1991, 163 p.
8. Mekhedov V.N. *Grazhdanskoye obshchestvo i grazhdanin* [Civil Society and the Citizen], Briansk, Izd-vo BGU, 1998, 156 p.
9. *Silnaya i protsvetayushchaya Belarus dolzhna imet prochnii ideologicheskii fundament. Doklad Prezidenta RB A.G. Lukashenko po voprosam sovershenstvovaniya ideologicheskoi raboti* (27 marta 2003 g.) [Report of the President of RB A.G. Lukashenko on Issues of the Improvement of Ideological Work (March 27, 2003)].
10. Krivonosova E.E. *Formirovaniye tsennostnykh orientatsii studencheskoi molodzhi: Ucheb.-metod. posobiye* [Shaping Value Landmarks of Students: Textbook], Vitebsk, Izdatelstvo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2006, 39 p.
11. Source: <https://murzim.ru/nauka/pedagogika/26725-soderzanie-processa-vospitaniya.html>.
12. Makarenko A.S. *Pedagogicheskiye sochineniya: v 8 tomakh* [Pedagogical Stories: 8 Volumes], M., 1983, 1, 318 p.
13. Sukhomlinski V.A. *Izbranniye pedagogicheskiye sochineniya: v 3 tomakh* [Selected Pedagogical Works: 3 Volumes], 1980, 2, 383 p.
14. Kharlamov I.F. *Pedagogika: Ucheb.* [Science of Education: Textbook], Mn., Universitetskoye, 2002, 560 p.

Поступила в редакцию 16.12.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: Zhukov-forever@mail.ru – Жуков А.В.

# Типология практико-ориентированных задач по информатике в образовательном процессе медицинского университета

И.И. Гарновская

Учреждение образования «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов медицинский университет»

*Данное исследование посвящено описанию комплекса задач на основе практико-ориентированного подхода.*

*Цель статьи – разработать комплекс практико-ориентированных задач для подготовки специалистов медицины и фармации к эффективно решению интеллектуальных задач в профессиональной деятельности.*

**Материал и методы.** Экспериментальное исследование проводилось на базе учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет». В исследовании участвовали студенты первого курса в количестве 388 человек и второго – 286 человек. Были использованы следующие методы: теоретические (изучение литературы, теоретический анализ, педагогическое моделирование), эмпирические (опрос, наблюдение, педагогический эксперимент), математические (статистическая обработка результатов учебной деятельности).

**Результаты и их обсуждение.** Разработаны практико-ориентированные задачи по дисциплине «Информатика в медицине», которые разделены на группы согласно разработанной типологии и в соответствии со сквозным практико-направленным содержанием. Новизна и актуальность предлагаемой методики состоит в ее универсальности, возможности тематического охвата практико-направленного и межпредметного содержания в рамках любой учебной программы. Из опыта автора по преподаванию дисциплин предметной области «Информатика» следует, что комплекс задач должен формироваться на основе следующих принципов: целенаправленность, достаточность, структуризация содержания, соответствие образовательным стандартам, учет актуальных направлений, достоверность данных, ориентированность на индивидуализацию образовательной траектории, преемственность и универсальность, градация по уровням сложности, алгоритмизация и оптимизация решений.

**Заключение.** Предлагаемая универсальная система типологии задач позволяет эффективно реализовать потенциал информатики в образовательном процессе.

**Ключевые слова:** прикладные задачи, информатика, информационные технологии, практико-ориентированное обучение, типология задач, методика преподавания.

## Typology of Practice Based Tasks in Computer Studies in the Medical University Educational Process

I.I. Harnouskaya

Education Establishment «Vitebsk State Order of Peoples Friendship Medical University»

*The article is devoted to description of the tasks designed on the base of a practice oriented approach.*

*The purpose is to develop a set of tasks for improving medical and pharmaceutical specialists training quality in intellectual tasks solving for professional activity.*

**Material and methods.** The experimental research was conducted on the base of the educational establishment «Vitebsk State Order of Peoples Friendship Medical University». 388 first year students and 286 second year participated in the experiment. The following methods were used: theoretical (study of literature, theoretical analysis, pedagogical modeling), empiric (questionnaire, observation, pedagogical experiment), mathematical (statistic processing of academic results).

**Findings and their discussion.** The practice based tasks on Computer in Medicine have been worked out. The tasks are classified in groups according to designed typology and a through practice based content. The actuality of the recommended model is in its universality, wide thematic spectrum of practice based content in any curriculum, work syllabus or elective subject syllabus. The author's current teaching experience in the field of Computer Science demonstrated that the practice-oriented tasks must be based on the following principles: aim focusing, quantitative sufficiency, theoretical content comprehensiveness and structuring, educational standards compliance, personal development orienting and educational trajectory individualizing, continuity and universality in the terms of learning syllabuses and in relation to software applications, gradation into levels of difficulty, algorithms and decisions optimization.

**Conclusion.** The offered structured system of tasks typology makes effective implementation of Computer Science potential in the educational process.

**Key words:** applied tasks, computer science, information technology, practice-oriented education, tasks typology, methods of teaching.

Решение задач практической направленности является одним из элементов практико-ориентированного обучения, необходимость применения которого в подготовке специалистов медицины и фармации отмечали многие отечественные и зарубежные исследователи [1]. Анализ учебно-методической и научно-педагогической литературы на основе собственного опыта использования практико-ориентированных задач в образовательном процессе, а также внутреннее и внешнее наблюдение за образовательным процессом медицинского университета в предметной области «информатика» [1; 2, с. 109–111] показали, что до настоящего момента использование подобных задач было сопряжено со следующими проблемами и противоречиями:

1) отрывочность и фрагментарность используемых знаний. За основу прикладной задачи, как правило, берется практическая деятельность специалиста, которая, в свою очередь, базируется на некотором теоретическом знании. К сожалению, оно часто оказывается вырванным из единого контекста общей теории, оказываясь мало связанным с ней фрагментом;

2) затруднено понимание подходов, применяемых для решения различных типов задач. В частности, это касается математических и статистических методов, непонимание которых формирует стойкий психологический барьер у студентов;

3) в задачах применяются чрезмерно упрощенные наборы данных, что не формирует представления о структуре и объемах данных в условиях реальных медико-биологических исследований;

4) формируемое при решении практико-направленных задач умение не приводит к выработке навыка по причинам недостаточного количества решенных задач из-за трудоемкости решения, большого объема теоретического материала, необходимого для понимания и решения задачи;

5) недостаточно автоматизировано в виде навыка решение типовых задач, тем самым нарушается принцип дидактики «от простого к сложному». Студенты, недостаточно овладевшие простыми приемами, вынуждены решать сложные задачи, к которым на данный момент они не готовы;

6) задачи не всегда актуальны (с точки зрения современности и социального заказа) и не очевидно, что полезны (с точки зрения учащихся). Это порождает проблему низкой мотивации к решению достаточного количества задач для достижения поставленных образовательных целей;

7) задачи не отличаются разнообразием, что приводит к шаблонности изучаемых приемов и методов и, следовательно, ошибкам при решении других задач, пусть даже с небольшим изменением в условии или на основе другого набора данных;

8) используемые задачи и методы не структурированы, и, следовательно, не формируется представление о вариативности методов для решения определенного типа задач и множественности различных задач, решаемых определенным методом.

Описанные проблемы приводят к тому, что опыт, получаемый при решении задач в образовательном процессе, не перерастает в обобщенное знание, осознанное умение и привычный навык, что не позволяет подготовить будущего специалиста к объему и разнообразию практических задач, к которым он может столкнуться в профессиональной деятельности.

Цель статьи – разрешение описанных противоречий при построении задач и разработка комплекса практико-направленных задач для подготовки специалистов медицины и фармации к эффективному решению интеллектуальных задач в профессиональной деятельности.

**Материал и методы.** Элементы данного подхода к преподаванию в предметной области «Информатика» применялись автором в Витебском государственном медицинском университете [1–3] с 2011 по 2016 год при изучении отдельных тем дисциплин «Информатика в медицине», «Основы статистики», «Медицинская информатика». Общее количество студентов, охваченных наблюдением, составило: на первом курсе – 388 человек, на втором курсе – 286 человек. В работе использовались традиционные для педагогических исследований методы:

– теоретические, такие, как изучение литературы, теоретический анализ, педагогическое моделирование, применялись для разработки теоретических принципов для формирования комплекса практико-ориентированных задач;

– эмпирические – опрос и наблюдение – применялись в ходе апробации в образовательном процессе описанных методических подходов и разработанных задач. В ходе педагогического эксперимента выполнялся анализ результатов учебной деятельности студентов в условиях решения практико-ориентированных задач;

– математические – применялись для обработки результатов учебной деятельности.

**Результаты и их обсуждение.** Результатом работы является разработка комплекса практико-ориентированных задач по дисциплине «Информатика в медицине». Задачи разделяются на группы согласно разработанной типологии и в соответствии со сквозным практико-направленным содержанием (табл. 1). Для примера в соответствии с типами задач приведен фрагмент базовой программы дисциплины «Медицинская информатика». В предлагаемой типологии (табл. 1) задачи подразделяются на простые расчетные задачи (калькуляторы) – ЗР, задачи моделирования – ЗМ, задачи структуризации – ЗС, презентационные задачи – ЗП, задачи анализа данных – ЗА и задачи оптимизации – ЗО. В вертикальных столбцах представлены и сокращенно обозначены некоторые примерные темы сквозного практико-направленного содержания. На пересечении столбцов и строк находятся непосредственно практико-ориентированные задачи. Количество тем может быть не ограничено и определяется предварительным отбором практико-направленного содержания. Подобная табличная структуризация задач удобна также тем, что делает возможным построение базы данных, которая может в дальнейшем служить основой для разработки ЭУМК.

Таким образом, в учебной деятельности может быть использовано достаточное количество практико-ориентированных задач. Опыт разнообразной учебной деятельности по решению задач на основе четких знаний, конкретных умений и устойчивых практических навыков позволит выпускнику в дальнейшем увидеть в каждой проблеме, возникающей в профессиональной деятельности, не трудность, а доступную для решения задачу. Накопление опыта решения задач также приводит к развитию общекультурных компонентов, среди которых алгоритмическая и логическая культура мышления, трудолюбие, любознательность, настойчивость и другие личностные качества, необходимые будущему специалисту. Предлагаемые практико-ориентированные задачи формируются на основе следующих принципов:

**Принцип достаточности.** Достаточность количества задач для формирования устойчивых навыков их решения. Предлагается использовать не менее 5 задач по каждому теоретико-практическому модулю. Под теоретико-практическим модулем будем понимать элементарную структуру (рис. 1), состоящую из теоретического материала (включающего компоненты профессионального, межпредметного и информационно-технологического содержания), блока целеполагания, нескольких задач, сопровождаемых подробным разбором решения, а также задач и вопросов для самостоятельной работы). Для удобства идентификации и структуризации задач предлагается ввести кодирование задач по типу и теме практико-направленного содержания, например, задача «Математическая модель эпидемии» может быть обозначена как ЗМ/ИМ (задачи моделирования/информатика в медицине). При наличии множества задач определенного типа по выделенной теме задачам могут быть присвоены номера.

**Принцип доступности теоретической информации.** Для понимания условия задачи и ее успешного необходимо изучение теоретического содержания в области информатики и информационных технологий (ИТ), межпредметного содержания, относящегося к проблемной области приложения информатики в образовательном процессе, и/или профессионального практико-направленного содержания, основанного на реальных медицинских или биологических данных, документах, процессах. Проблема отбора теоретического содержания (критерии, объем, полнота изложения) требует отдельного рассмотрения. Однако в рамках этого краткого описания следует отметить, что пренебрегать теоретической частью недопустимо, поскольку выполнение действий, не имеющих понятной теоретической основы, четко поставленной на этой основе цели и приводящих к результату, который не может быть теоретически грамотно и доказательно интерпретирован, не дает какого-либо образовательного эффекта.

Такая учебная деятельность превращается в механическое повторение операций, которые, не смотря на то, что относительно легко запоминаются, не смогут быть воспроизводимы в условиях реальной практической деятельности. В общем случае теоретическое содержание включает входной блок (целеполагающий), внутренний функциональный блок (промежуточный) и выходной (интерпретирующий) блок (рис. 2).

**Принцип целенаправленности.** Каждый элемент содержания должен характеризоваться целенаправленностью, т.е. необходимо четко сформулировать, какие образовательные цели мы намереваемся достичь, включая ту или иную информацию в методический комплекс задачи. Примерами практико-направленных целей могут служить: изучение особенностей системы здравоохранения Республики Беларусь, ознакомление с образцами медицинской статистической отчетности, проектирование пользовательских форм на основе утвержденных образцов медицинской документации, ознакомление с актуальным направлением исследований путем создания инфографики и др.

Таблица 1

Типология практико-ориентированных задач по информатике в медицинском университете

Исследуемые древесные растения	Морфометрия / стандартное отклонение	Промышленные предприятия										Фоновые условия	
		«Белорусский газоперерабатывающий завод» (г. Речица)	ОАО «Светлогорский химволокно»	ЗАО «Добрушский фарфоровый завод»	Добрушская бумажная фабрика «Герой труда»	ОАО «Гомельстекло»	ОАО «Мозырский НПЗ»	ОАО «Белорусский металлургический завод» (г. Жлобин)					
Береза повислая <i>Betula pendula</i>	длина, см	<u>5,13±0,003</u> 0,61	<u>5,01±0,003</u> 0,56	<u>5,52±0,003</u> 0,61	образцы отсутствовали	<u>6,28±0,004</u> 0,69	<u>5,80±0,013</u> 0,80	<u>5,57±0,011</u> 0,68					
	ширина, см	<u>4,43±0,003</u> 0,48	<u>3,72±0,002</u> 0,35	<u>4,56±0,003</u> 0,47		<u>4,61±0,003</u> 0,49	<u>3,73±0,006</u> 0,37	<u>3,77±0,005</u> 0,32					
Клен остролистный <i>Acer platanoides</i>	длина, см	<u>9,87±0,006</u> 1,0	<u>10,62±0,010</u> 1,72	<u>9,61±0,011</u> 1,36	образцы отсутствовали	<u>15,0±0,009</u> 1,49	образцы	<u>9,67±0,012</u> 0,72					
	ширина, см	<u>12,71±0,007</u> 1,21	<u>13,49±0,013</u> 2,29	<u>13,76±0,017</u> 2,12		<u>18,87±0,023</u> 3,44	<u>18,33±0,009</u> 1,52	отсутствовали	<u>10,63±0,025</u> 1,54				
Тополь белый <i>Populus deltoides</i>	длина, см	<u>6,13±0,004</u> 0,76	<u>7,32±0,004</u> 0,65	<u>6,77±0,005</u> 0,85	образцы отсутствовали	<u>8,21±0,005</u> 0,92	<u>6,31±0,018</u> 1,14						
	ширина, см	<u>7,44±0,006</u> 0,97	<u>4,78±0,002</u> 0,41	<u>6,03±0,006</u> 1,07		<u>5,81±0,006</u> 1,04	<u>7,02±0,004</u> 0,76	<u>5,19±0,009</u> 0,54					

## Компетенции образовательного стандарта в структуре практико-ориентированных задач

Типология задач/и ее обозначение	Содержание (на основе базовой программы)	Сквозное практико-направленное содержание (неполный перечень тем)					
		Тайм-менеджмент	Применение ИТ в фармации	...	Применение ИТ в медицине	Экономическая грамотность	Биоинформатика
		1 -ТМ	2-ИФ		3-ИМ	4-ФЭ	5-БИ
Калькуляторы /ЗК	Microsoft Excel. Вычисление с использованием формул	AK-1,4,7 ПКЛ-19, 24,25,26, ПКФ-41, 44,73	AK-1,7 СЛК-4, ПКФ- 2,3,5,19,73,74, 76		AK-1,7 СЛК-4 ПКЛ-7, ПКФ-2,5,19, 73,74,76	AK-1,7 СЛК-5, ПКЛ-5,47 ПКФ-61,73	AK-1, 6,7 ПКФ- 72,73
Задачи моделирования /ЗМ	и функций, адресации, форматов данных	AK-1,3,7 СЛК 2,6 ПКЛ- 5,19,24,25, 29,73,78	AK-1,3,7 ПКЛ-5, ПКФ-47,54, 57,78,79		AK-1,3,7 СЛК-4 ПКЛ- 1,2,4,6,25 ПКФ-49,78, 79	AK- 1,3,7 ПКЛ-5,8,35, ПКФ-5,40,47, 61,62, 78,80	AK-1,3,6,7 ПКЛ-1 ПКФ-72,73, 79,84
Задачи структуризации /ЗС	Текстовые функции. Построение таблиц	AK-9,4,7 ПКЛ-24, ПКФ- 40,43,44	AK-7,9, СЛК-4 ПКЛ-7, ПКФ- 9,43,47, 54,57,63,71,76		AK-7,9 СЛК-4 ПКЛ-3,6, ПКФ-70	AK-7,9, ПКЛ- 5,26,30, ПКФ- 40,47,61,63,66	AK-6,7,9 ПКЛ-1,18,19 ПКФ-72,75, 79,84
Презентационные задачи /ЗП	Создание инфографики на основе таблиц и диаграмм,	AK-5,7 СЛК 2,6 ПКЛ-5,19, 31 ПКФ- 33,34,45,80	AK-5,7 СЛК-2,6 ПКЛ-1,2, 3,7, 18,20,21,22,31 ПКФ-8,9,21,		AK-5,7,СЛК- 4, ПКЛ-1,6, 7,12,13,18,20, 21,22,23,26, 31,32,33,36 ПКФ-11,12, 21,46,49,64, 65,66,67,68	AK-4,5,7 СЛК- 5 ПКЛ-5,18,26, 30,31,33,36, ПКФ-40,43,46, 47,61,63,66, 80,84	AK-5,6,7 ПКЛ-1,9, 18,20,21, 22,23,31 ПКФ-64,65, 66,72,79, 81,84
	Анимационное моделирование		43,54,59,63,64 65,66,67,68,75 79,80,81,84				
Задачи анализа данных /ЗА	Статистические функции. Пакет анализа. Надстройка «поиск решения»	AK-2,3,7 СЛК 2,6 ПКЛ-5,11, 14,19,24, ПКФ-40,42, 72	AK-2,3, СЛК- 2,5,6 ПКЛ-5, 17,28, ПКФ- 6,18,21,24,54, 56,59,60,62,73 78,79,80,81,82		AK-2,3,7 СЛК-5 ПКЛ-5, 9,17,28, ПКФ-18,24, 78,79,82	AK-2,3,7 СЛК-5, ПКЛ-5,17,18, 28,30, ПКФ- 40,47,56,60,62, 73,78,80,84	AK-2,3,6,7 ПКЛ-17,18,32 ПКФ-72,78, 79,81,82,84
Задачи оптимизации /ЗО		AK-3,7 СЛК- 2,6 ПКЛ-14, 19,24 ПКФ- 33,40,42,73	AK-3,7 СЛК-4, ПКФ-4,73,74, 75,78,79,81,82		AK-3,7 СЛК-4 СЛК 6 ПКЛ-10,24,27 ПКФ-73,82	AK-3,6,7 ПКЛ- 5,24 ПКФ-4,7, 40,47,73,78,82	AK-3,6,7 ПКФ-72,73, 78,79,81

**Принцип учета образовательных стандартов.** Образовательные практико-ориентированные цели должны быть построены на основе образовательных стандартов [4; 5] с учетом академических, социально-личностных и профессиональных компетенций. Табл. 2 представляет собой преобразованную табл. 1, в которой описание задач заменено на соответствующие компетенции, развиваемые при их решении. Академические и социально-личностные компетенции для специальностей «Лечебное дело» и «Фармация» являются идентичными и обозначаются в соответствии с образовательным стандартом сокращениями АК и СЛК. Профессиональные компетенции специальностей значительно отличаются по структуре, общему количеству и содержанию, поэтому будут обозначены сокращениями ПКФ (фармация) и ПКЛ (лечебное дело) и соответствующими образовательному стандарту но-

мерами. Как показывает анализ табл. 2, решение практико-ориентированных задач в образовательном процессе позволяет охватить широкий спектр компетенций, включая большинство академических, социально-личностных, а также большую часть профессиональных.

**Принцип актуальности.** При подготовке задач целесообразно включить в рассмотрение актуальные и перспективные направления развития медицинской и фармацевтической отрасли, которые могут быть выделены на основе анализа приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь. Таким образом, возможна разработка практико-ориентированных задач следующей тематики: космическая медицина, информационное моделирование использования новых медицинских материалов, применение суперкомпьютеров в медицинских приложениях, обработка визуальных данных для поддержки принятия решений, молекулярно-генетические технологии, компьютерное моделирование геномных технологий, технологий биобезопасности, обработка данных для минимизации вредных факторов окружающей среды, информационное обеспечение демографической безопасности и охраны материнства и детства. В качестве примера использования приоритетных направлений в предлагаемом фрагменте структуры типологии прикладных задач (табл. 1) применяется блок сквозного практико-направленного содержания с условным названием «Биоинформатика», включающий проблемы моделирования молекулярно-генетических технологий и искусственного интеллекта.

**Принцип достоверности данных.** В качестве исходных данных для построения задач рекомендуется использовать реальные медицинские и статистические данные, утвержденные образцы документов, применяемые во врачебной и клинической практике, опубликованные результаты медицинских исследований. Источниками данных могут служить сайт Министерства здравоохранения, сайт Всемирной организации здравоохранения, опубликованные медико-биологические исследования, специализированные сайты медицинской тематики. Такой подход позволяет ознакомить студентов с современным состоянием исследований в медицине и фармации, сформировать представления о медицинской науке и системе здравоохранения Республики Беларусь. Использование достоверных данных – основа принципа доказательности в образовательном процессе, метод воспитания ответственности и аккуратности при работе с информацией.

**Принцип социальной практики.** С целью личностного развития, формирования полезных профессиональных качеств будет востребованным включение задач по тайм-менеджменту студента и специалиста, финансовой и экономической грамотности, планированию и управлению в медицине и фармации, других практических приложений информационных технологий в социальной практике будущих специалистов.

**Принцип преемственности.** Важно обеспечить соблюдение преемственности в образовательном процессе. Например, задачи статистического анализа требуют понимания задач на определение вероятности, создание инфографики – навыков построения диаграмм, графиков, использования графических примитивов, фигур Smart Art, выбора типа графического представления в зависимости от исходных данных и целевой аудитории.

**Принцип универсальности.** Предлагаемый комплекс задач является универсальным относительно учебной программы и используемого программного обеспечения. Для согласования задач с базовыми программами дисциплин предметных областей «Информатика» и «Информационные технологии», в соответствии с каждой задачей может быть поставлен перечень тем, при изучении которых рекомендуется рассмотрение данной задачи. Темы базового курса могут стать основой для формирования теоретико-практических модулей. Комплекс может стать основой элективного курса или нескольких курсов по выбору в зависимости от тематики задач. Для решения каждого типа задач даже в рамках базовой программы может быть предусмотрено применение различных программных продуктов. Например, для построения инфографики наряду с табличным процессором могут быть использованы программа для создания презентаций, текстовый или графический редактор. Также для всех задач или для отдельных блоков практико-направленного содержания возможно применение альтернативного программного обеспечения или специализированных онлайн-сервисов. Подобный альтернативный подход может быть актуален, например, для задач по биоинформатике.

**Принцип индивидуализации.** Разнообразие и достаточное количество задач позволяет формировать индивидуальные образовательные траектории различной направленности. Например, при изучении темы «Электронные таблицы» преподаватель может предложить студентам на выбор задачи на различные приложения электронных таблиц для тайм-менеджмента, профессионально значимых расчетов, моделирования в медицине и биологии. Изучая темы по дисциплине «Информатика», студент имеет возможность выбрать для решения все задачи, относящиеся к определенной профессионально-направленной тематике. Такой подход способствует мотивации и развитию навыков самостоятельной работы студентов, а также позволяет формировать тематическое портфолио решенных задач студента, ввести систему учета достижений или внутренней сертификации при прохождении всех задач определенной тематики. Например, при решении комплекса задач по тайм-менеджменту может быть получен сертификат мини-курса «Информационные технологии в тайм-менеджменте», что может служить дополнительным мотивирующим фактором.



Рис. 1. Теоретико-практический модуль как элемент структуризации задач.

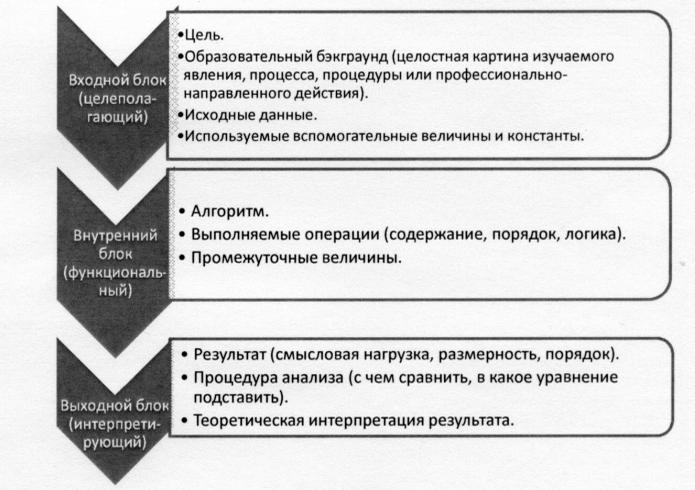


Рис. 2. Структурная схема теоретического содержания прикладной задачи.

*Принцип градации по уровням сложности.* Уровни сложности задач приведены в табл. 3.

Таблица 3

<b>Уровни сложности (УС) практико-ориентированных задач</b>			
УС	Описание	Пример	Оценка
1	Типовые задачи обработки информации	Построение таблиц и списков для представления медицинских данных небольшого объема, оформление простых медицинских документов	1–3 балла, в составе комплексных работ и заданий
	Элементарные вычислительные или расчетные задачи (калькуляторы)	Расчет процентного содержания, концентрации раствора, дозировки препарата и др.	
2	Комплексные задачи, включающие в себя комбинацию вариантов заданий первого уровня	Построение таблицы, выполнение расчетов, графические построения по данным таблицы	Не более 9 баллов
3	Построение на основе элементов 1 и 2 уровня форм и шаблонов для обработки данных в проф. деятельности по прилагаемой инструкции	Самостоятельное создание документа по образцу. Использование формул и функций. Использование шаблона вычислений	До 9 баллов
4	Задания, направленные на самостоятельную обработку данных (без инструкции)	Самостоятельное создание форм, шаблонов для вычислений, БД, графических изображений и др.	До 10 баллов
5	Самостоятельный выбор и изучение новых программных и аппаратных средств для решения задачи	Задание формулируется в виде идеи, цели или описания проекта, темы  НИРС	10 баллов

В случае нерегламентированной сложности возможно оценивание работы несколькими оценками согласно этапам решения задачи. Итоговый рейтинг является кумулятивным результатом прохождения курса и вычисляется как сумма баллов за все задания за период изучения дисциплины. Результаты рейтинга могут служить для мотивации, использоваться как мера объема пройденного материала для получения зачета, стать основой внутренней сертификации.

**Принцип алгоритмизации и оптимизации.** Для связи теоретического материала с практически приемами рекомендуется использование методов алгоритмизации и оптимизации. Для объяснения решения задач, требующих выполнения множества действий или последовательной цепочки рассуждений, целесообразно применение методов систематизации действий, например, алгоритмов в виде блок-схем или таблиц, чек-листов, пошаговых инструкций, таблиц базовых операций для решения типовых задач.

Как показали наблюдения за образовательным процессом в учебных группах, использование описанных принципов при разработке и применении задач позволяет повысить успеваемость в академических группах, служит формированию познавательной активности студентов.

**Заключение.** Уникальность роли информатики как дисциплины заключается в том, что она предоставляет инструменты для решения различных задач практической деятельности специалистов медицины и фармации, а также может служить педагогической основой для получения знаний по различным аспектам профессиональной деятельности и передовым направлениям науки, методи-

кам самообразования и саморазвития. В то же время информатика является связующим звеном между инструментальными методами, их практическими приложениями и теоретической базой этих приложений. Это наделяет информатику огромным развивающим потенциалом. Предлагаемая типология практико-ориентированных и прикладных задач позволяет эффективно реализовать все аспекты уникальной роли этой учебной дисциплины в образовательном процессе медицинского университета с целью повышения качества обучения специалистов, формирования их готовности к профессиональной деятельности и решению профессиональных задач. При развитии данного подхода имеется возможность расширить перечень тем прикладного и межпредметного содержания, сместить акценты в содержании учебных дисциплин предметной области «Информатика» с освоения программного и аппаратного инструментария на моделирование практической деятельности специалиста по применению информационных технологий для получения, обработки и представления медицинских, биологических, фармакологических данных с позиций доказательного подхода и в соответствии с образовательными стандартами. Новизна и актуальность предлагаемой методики состоит в ее универсальности, возможности широкого тематического охвата практико-направленного содержания в рамках любой рабочей программы или программы элективного курса для различных специальностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гараничева, С.Л. Excel для студента-медика: учеб.-метод. пособие / С.Л. Гараничева. – Электрон. дан. – Витебск: ВГМУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD ROM). – 236 с.
2. Гарновская, И.И. Практико-ориентированные и ситуационные задачи в курсе информатики медицинского вуза / И.И. Гарновская, С.Н. Шабанов // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы междунар. науч.-практ. Интернет-конф., Витебск, 21–22 июня 2011 г. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011. – 220 с.
3. Гарновская, И.И. Мультимедиа в медицинском вузе: учеб.-метод. пособие / И.И. Гарновская, И.В. Городецкая, Н.Ю. Коневалова; под ред. В.П. Дейкало. – Витебск: ВГМУ, 2011. – 126 с.
4. Образовательный стандарт высшего образования. Специальность 1-79-01 01 лечебное дело. М-во образования Респ. Беларусь, Минск, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bsmu.by/downloads/otdeli/uchebnii/standarti/lechebn.pdf>. – Дата доступа: 15.05.2016.
5. Гельман, В.Я. Медицинская информатика: практикум / В.Я. Гельман. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2002. – 480 с.

#### REFERENCES

1. Garanicheva S.L. *Excel dlia studenta-medika: ucheb.-metod. posobiye* [Excel for Medical Students: Textbook], Elektron. dan., Vitebsk, VGMU, 2012, CD ROM, 236 p.
2. Garnovskaya I.I., Shabanov S.N. *Innovatsionniye tekhnologii obucheniya fiziko-matematicheskim distsiplinam: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. Internet-konf., Vitebsk, 21–22 iyunia 2011 g.* [Innovation Technologies of Teaching Physical and Mathematic Disciplines: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference, Vitebsk, June 21–22, 2011], UO «VGU im. P.M. Masherova», 2011, 220 p.
3. Garnovskaya I.I., Gorodetskaya I.V., Konevalova N.Yu. *Multimedia v meditsinskom vuze: ucheb.-metod. posobiye* [Multimedia in a Medical University: Textbook], Vitebsk, VGMU, 2011, 126 p.
4. *Obrazovatel'nii standart vishshego obrazovaniya. Spetsialnost 1-79-01 01 lechebnoye delo. Ministerstvo obrazovaniya Respubliki Belarus, Minsk, 2013* [Academic Standard of Higher Education. Qualification 1-79-01 01, Medical Practice. Ministry of Education of the Republic of Belarus, Minsk, 2013 Available at: <http://www.bsmu.by/downloads/otdeli/uchebnii/standarti/lechebn.pdf>, Accessed 15.05.2016
5. Gelman V. Ya. *Meditsinskaya informatika: praktikum* [Medical Computer Studies: Practice Book], SPb. Piter, 2002, 480 p.

Поступила в редакцию 30.09.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: [irinika@gmail.com](mailto:irinika@gmail.com) – Гарновская И.И.

## Эффективность учебного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» в физическом воспитании студентов

В.Е. Позняк\*, Ж.А. Позняк\*, П.И. Новицкий\*\*

\*Учреждение образования «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов медицинский университет»

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

*Стремительный рост объема научной информации, включаемой в учебные предметы, увеличивает психологическую перегрузку студентов, снижает их двигательную активность, негативно отражаясь на состоянии здоровья. Необходимость в научном поиске и разработке новых средств и форм оздоровительной физической культуры постоянно актуализируется большим количеством студентов с низкими показателями физического развития и физической подготовленности.*

*Цель статьи – разработка и определение эффективности учебного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» в физическом воспитании студентов УВО медицинского профиля в условиях академических занятий по предмету «Физическая культура».*

**Материал и методы.** В исследовании приняли участие 65 студенток основного учебного отделения III курса Витебского государственного медицинского университета. Методы исследования: педагогическое тестирование, антропометрия, индексов и функциональных проб, педагогический эксперимент, математической статистики.

**Результаты и их обсуждение.** У студенток ЭГ, которые в учебном году занимались на практическом модуле «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)», увеличение уровня физической подготовленности к концу учебного года составило 7,9%. Этот прирост оказался почти в 2 раза выше зафиксированного у представительниц КГ (3,7%).

Установлено изменение уровня физического здоровья исследуемых: наиболее выражена динамика в показателях силового индекса, жизненного индекса и времени восстановления после нагрузки (проба Мартинэ) ( $p < 0,05$ ), а также отмечена динамика в процентном соотношении в уровнях физического здоровья по Г.Л. Апанасенко.

**Заключение.** Специально разработанный учебный модуль «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» может выступать альтернативным разделом (или вариативным компонентом) учебного процесса по «Физической культуре», способным в сравнении с действующими разделами (в частности, с модулем «Профессионально-прикладная физическая подготовка») по ряду показателей даже более эффективно решать оздоровительные задачи физического воспитания студентов.

**Ключевые слова:** студенты, учреждение высшего образования медицинского профиля, оздоровительная аэробика, Тай-бо, физическое воспитание, здоровье.

## Efficiency of the Training Module «Wellness Aerobics (Tai-bo)» in Physical Education of Students

V.E. Pozniak\*, Z.A. Pozniak\*, P.I. Novitsky\*\*

\*Educational Establishment «Vitebsk State Medical Order of Peoples' Friendship University»,

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

*The rapid growth in the volume of scientific information, which is included in school subjects, has increased psychological overload of students, reduces their motor activity, negatively reflects in the state of health of students. A large number of students with low levels of physical development and physical readiness constantly actualize the need in scientific research and development of new tools and forms of Physical Education.*

*The purpose of the article is development and revealing the effectiveness of academic studies on the subject of «Physical Education» at the University Medical Profile of the pilot training module «Wellness aerobics (Tai-Bo)».*

**Material and methods.** The study involved 65 3<sup>rd</sup> year students of the basic branch of the Medical University. The following methods were used: teacher testing, anthropometry, the method of indexes and functional tests, pedagogical experiment, methods of mathematical statistics.

**Findings and their discussion.** EG students engaged in the practical module «Wellness aerobics (Tai-Bo)» demonstrated 7,9 % increase in the level of physical fitness by the end of the academic year. This growth was almost 2 times higher than the recorded in the representatives of the CG (3,7 %).

The change in the level of physical health of the examined students was established: most pronounced in terms of the power dynamics of the index, the index of life and recovery time after exercise (test Martine) ( $p < 0,05$ ), as well as the marked dynamics of the percentage in the levels of physical health by G.L. Apanasenko.

**Conclusion.** Specially designed training module «Wellness aerobics (Tai-Bo)», can act as an alternative section (or variable component) of Physical Education academic process, capable in comparison with the existing sections (in particular, with the module «professional-applied physical preparation») on a number of indicators even better address health problems of physical education students.

**Key words:** students, medical higher education establishment, improving aerobics, Tai-Bo, physical education, health.

На протяжении уже ряда лет в публикациях разных авторов систематически появляются данные об ухудшении состояния здоровья и физической подготовленности студенческой молодежи (С.В. Гончарук, А.К. Укрешен, Е.А. Астраханцев, Г.А. Зайцева, Т.С. Лисицкая, Ф.А. Иорданская и др.), повышении количества студентов, отнесенных к подготовительной и специальной медицинским группам (С.А. Марчук, Н.В. Белкина, И.М. Янкаускас, Т.А. Бобылева и др.), полностью или частично освобожденных от практических занятий по состоянию здоровья и т.п. Наиболее остро подобная ситуация наблюдается в учреждениях высшего образования (УВО): например, медицинских, в которых учебная занятость студентов, объемы научной информации и психоэмоциональной нагрузки превышают таковые в УВО других профилей [1].

Наличие данной проблемы постоянно требует поиска новых подходов, средств и методов более эффективного решения основных задач физического воспитания данной категории обучающихся, к настоящему времени выполнен ряд экспериментальных работ по исследованию педагогического значения и результативности применения в условиях УВО различных оздоровительных систем и форм занятий физическими упражнениями со студентами [2; 3].

Наблюдения за отношением населения к практическим занятиям оздоровительной физической культурой и имеющиеся данные в литературе позволяют отметить повышение в последнее время у молодежи интереса к различным видам оздоровительной аэробики, среди которых и аэробика с элементами боевых видов спорта. Одним из таких интегрированных вариантов является оздоровительная аэробика на основе Тай-бо, получившая развитие в нашей стране сравнительно недавно. Ряд публикаций, посвященных данной оздоровительной системе, показывают нескрываемый интерес у занимающихся к ее проведению и содержанию, обосновывают достаточно высокий ее оздоровительно-развивающий потенциал [4; 5], что, безусловно, должно было бы привлечь внимание преподавателей, практикующих обогащение физического воспитания в УВО новыми инновационными формами проведения физкультурных занятий. Однако результаты выполненного нами обзора научно-методической литературы показали отсутствие примеров использования данной системы в физическом воспитании студентов. Объективной причиной этого может служить отсутствие программно-методического обеспечения таких занятий со студентами в УВО, исследований, подтверждающих эффективность их организации в структуре учебного плана и академических часов по предмету «Физическая культура».

Следовательно, актуальность темы исследования диктовалась наличием противоречия между растущей ролью в современном УВО здоровьесберегающих технологий и эффективных оздоровительных систем физического воспитания студентов, отвечающих требованиям государственной учебной программы по «Физической культуре», потребностям и физкультурным интересам обучающихся, и недостаточно полным экспериментальным изучением возможности применения в УВО новых, эффективно используемых среди населения оздоровительных систем (к числу которых также относится система Тай-бо).

Выявленное противоречие и неразработанность в практике физического воспитания студентов организационного и программно-методического сопровождения оздоровительной аэробики на основе упражнений Тай-бо определили выбор темы исследования и его цель.

Цель статьи – разработка и определение эффективности учебного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» в физическом воспитании студентов УВО медицинского профиля в условиях академических занятий по предмету «Физическая культура».

**Материал и методы.** Исследование проводилось в 2015–2016 учебном году с целью экспериментальной апробации эффективности учебного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» в физическом воспитании студентов УВО медицинского профиля в условиях академических занятий по предмету «Физическая культура». В исследовании приняли участие 65 студентов университета в возрасте от 19 до 21 года, обучающихся на III курсе фармацевтического факультета УО «ВГМУ» и отнесенных к основному учебному отделению. Педагогический эксперимент проводился в 5 семестре с октября по декабрь 2015 года. В качестве инновационного проекта в учебный процесс экспериментальной группы (ЭГ) на 5 семестре был включен раздел «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» в объеме 36 учебных часов (раздел «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» № УД-054/уч). ЭГ состояла из 33 студенток (средний возраст – 19,2±0,7 лет). Контрольная группа (КГ) в составе 32 студенток (средний возраст 19,3±0,6 лет) в рассматриваемый период занималась согласно учебной программе по «Физической культуре» УО «ВГМУ» № УД 068/уч. по модулю «Прикладная физическая культура».

В процессе разработки и экспериментальной апробации учебного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» использовались следующие методы: анализ литературы, педагогическое тестирование, антропометрия, индексов и функциональных проб, педагогический эксперимент, математической статистики. Оценка уровня физической подготовленности (УФП) студентов ЭГ и КГ осуществлялась по данным контрольно-педагогического тестирования в соответствии с нормативами типовой учебной программы для высших учебных заведений «Физическая культура» (утверждена Министерством образования Республики Беларусь 14.04.2008, рег. № ТД-СГ.014/тип) [6] и Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса (постановление Министерства спорта и туризма Республики Беларусь 24.06.2008 № 17) [7]. Оценивались тесты: бег 100 и 500 м, прыжок в длину с места, челночный бег 4×9 м, поднимание туловища из положения лежа на спине за 1 мин, наклон вперед из положения сед. Оценка уровня здоровья (УФЗ) определялась по экспресс-методу Г.Л. Апанасенко: антропометрических показателей (масса тела, длина тела), функциональных измерений – ЖЕЛ, частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АД), динамометрии кисти и их производных (весоростовой индекс Кетле (ВИК), жизненный индекс (ЖИ), проба Мартинэ, силовой индекс (СИ) и индекс Робинсона).

**Результаты и их обсуждение.** Разработанный нами (на первом этапе исследования) учебный модуль «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» для студентов УВО медицинского профиля в условиях академических занятий по предмету «Физическая культура» включал:

- формулировку цели (назначение модуля) – формирование социально-личностных компетенций студентов, обеспечивающих целевое использование средств оздоровительной аэробики (Тай-бо) для сохранения, укрепления здоровья и подготовки к профессиональной деятельности;
- содержание практического материала, который состоял из базовых упражнений аэробики и базовых техник боевых искусств, упражнений на полу, для мышц туловища, бедра, рук и плечевого пояса; в качестве средств восстановления между упражнениями – общеразвивающие и дыхательные упражнения, ходьба на месте [8];
- описание формы занятий и организации занимающихся: урочные занятия с групповой формой обучения и использованием специальной аудиопрограммы;
- параметры физической нагрузки, установленные в соответствии с рекомендуемыми оптимальными показателями ЧСС при организации занятий оздоровительной аэробикой для данной возрастной группы с учетом уровней физического здоровья [9];
- учебно-методическую карту «Оздоровительной аэробики (Тай-бо)»: теоретико-методический раздел – 2 часа, практический – 32 часа, контроль (устное собеседование, сдача контрольно-педагогических тестов) – 2 часа.

В результате практической реализации «Оздоровительной аэробики (Тай-бо)» на учебных занятиях по «Физической культуре» студенток III курса фармацевтического факультета медицинского университета было выявлено существенное влияние данного учебного модуля на целый ряд показателей физической подготовленности занимающихся, психоэмоционального состояния и здоровья в це-

лом (табл. 1, 2). На начало педагогического эксперимента статистически значимых различий в наблюдаемых показателях морфофункционального и психического состояния организма у участников экспериментальной и контрольной групп выявлено не было.

Сравнительный анализ показателей физического развития и физического здоровья (по методике Г.Л. Апанасенко) обнаружил различные изменения в функциональном состоянии организма студенток, произошедшие за время педагогического эксперимента. Это видно из табл. 1, где представлены данные обследования студенток перед началом практической апробации модуля «Оздоровительная аэробика Тай-бо» – октябрь, после проведения половины учебных занятий (9 занятий), запланированного модуля – ноябрь и после завершения полного курса занятий данного модуля (в объеме 36 часов) – декабрь. Измерения в ноябре были проведены, в первую очередь, для осуществления текущего контроля морфофункционального состояния организма участниц экспериментальной группы, обусловленного влиянием физических нагрузок и содержания учебных занятий модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)». Отдельно также была изучена динамика этих показателей на следующем отрезке занятий аэробики (ноябрь-декабрь, с 10 по 18 занятие) для изучения вопросов, связанных с возможными влияниями на организм занимающихся кумулятивных эффектов физических и психоэмоциональных нагрузок апробированного модуля.

Таблица 1

**Изменение морфофункциональных показателей организма студенток  
экспериментальной и контрольной групп III курса фармацевтического факультета,  
обучавшихся в октябре-декабре 2015/2016 учебного года по разным модулям учебной программы**

Показатели	Экспериментальная группа, n=33					Контрольная группа, n=32				
	Октябрь $\bar{X} \pm \delta$	Ноябрь $\bar{X} \pm \sigma$	%	Декабрь $\bar{X} \pm \sigma$	%	Октябрь $\bar{X} \pm \sigma$	Ноябрь $\bar{X} \pm \sigma$	%	Декабрь $\bar{X} \pm \sigma$	%
ВИК	343±45,6	340±35,3	0,9*	336±46	1,2*	341±43,6	340±42,4	0,3	339±43,1	0,3
Спирометрия (мл)	2883±367	2900±345	0,6	3103±401	7*	2791±470	2800±420	0,3	2925±389	4,4*
ЖИ (мл/кг)	51±8	52,9±6,4	3,7*	53,6±6,8	1,3*	49±7,7	49,7±6,9	1,4*	50,2±5,9	1*
ДМК (кг)	28,2±4,7	28,8±5	2*	29,7±3,2	3*	26±4,6	26,3±5,9	1,1*	26,5±4,6	0,8*
СИ (кг)	49,4±6,6	50±5,8	1,2*	50,8±7,8	1,6*	46,2±10	46,4±9,6	0,4	46,5±8,4	0,2
ЧСС в покое (уд./мин)	76,4±4,2	74,8±5,4	2*	73,4±3	1,8*	80±3,1	79,1±2,7	1,1*	78,3±4,1	1*
АД (мл рт. ст.)	122±7,5/ 78±6,9	121,5±6,7/ 77,6±5	0,4/ 0,5	121±6/ 77±4,6	0,4/ 0,7	123±12/ 76±7,9	122,9±10,9/ 77±6,5	0,1/ 0,8	122,5±11,3/ 76,4±8,2	0,3/0,7
Проба Мартинэ (баллы)	2'11"±34"	2'01"±26"	7*	1'52"±37"	7,4*	2'07"±40"	2'03"±35"	3*	2'00"±32"	2,4*
Индекс Робинсона (баллы)	92,9±12,4	91,3±13	1,7*	89,1±13,8	2,4*	98,5±20,2	97,6±19	0,9	97,1±18,3	0,5*

**Примечание:** \* – статистически значимые темпы прироста показателей ( $p < 0,05$ ).

Как видно из табл. 1, в обследованных показателях наблюдались следующие изменения:

– средний показатель ВИК после девяти занятий (середина прохождения экспериментального модуля) находился в пределах «среднего уровня» как у студенток ЭГ, так и в КГ (ЭГ – 340±35,3, КГ – 340±42,4), динамика показателей в ЭГ составила 0,9% ( $p < 0,05$ ), после 18 занятий получены изменения в пределах 1,2% ( $p < 0,05$ ), в КГ отмечены изменения на уровне 0,3%;

– средний показатель ЖИ у студенток ЭГ после первой половины занятий аэробикой Тай-бо регистрировался в пределах уровня «выше среднего», динамика результатов составила 3,7% ( $p < 0,05$ ); на втором срезе ЖИ повысился (на 1,2%) достигнув значений «среднего уровня»; динамика результатов в КГ составила, соответственно, 1,4% и 1% ( $p < 0,05$ );

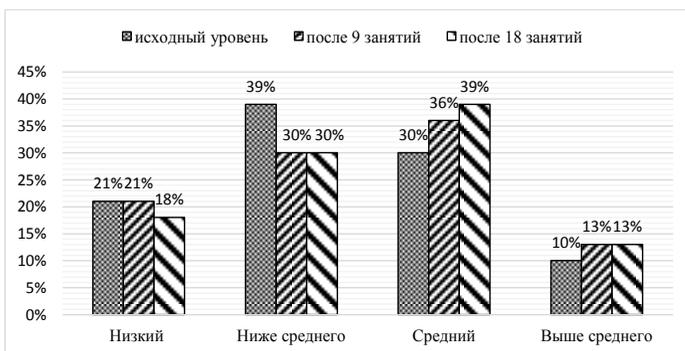
– средний показатель СИ в ЭГ в ноябре увеличился на 1,2% ( $p < 0,05$ ), в декабре – на 1,6% ( $p < 0,05$ ), в КГ эти значения составили 0,4% и 0,2%, соответственно (при этом у 44,4% всех обследуемых девушек данный показатель оказался на уровне «ниже среднего»);

– средний показатель ЧСС в покое у студенток ЭГ в середине курса составил  $74,8 \pm 5,4$  уд./мин, что ниже предыдущего на 2% ( $p < 0,05$ ), в КГ наблюдалось понижение ЧСС на 1,1% ( $p < 0,05$ );

– зафиксированные изменения показателей ДАД и САД в различные периоды измерений у участников экспериментальной и контрольной групп определялись в границах существующих норм и колебались в пределах от 0,1% до 1,8% (табл. 1);

– средний показатель индекса Робинсона после проведения половины практических занятий экспериментального модуля у студенток ЭГ соответствовал по балльной оценке «среднему уровню» ( $91,3 \pm 13$  баллов), пробы Мартинэ – «ниже среднему» ( $2'01'' \pm 26''$ ), динамика этих показателей в значениях индекса Робинсона и пробы Мартинэ составила 7% ( $p < 0,05$ ) и 1,7% ( $p < 0,05$ ), соответственно; в КГ эти изменения соответствовали 3% ( $p < 0,05$ ) и 0,9%. При повторных измерениях динамика результатов в показателях индекса Робинсона в ЭГ составила 2,4% ( $p < 0,05$ ), в КГ – 0,5%; среднее время восстановления в пробе Мартинэ снизилось у студенток ЭГ до  $1'52'' \pm 37''$ , в КГ этот показатель составил  $2'00'' \pm 32''$  (табл. 1).

Анализ состояния физического здоровья показал, что в ЭГ по окончании учебных занятий оздоровительной аэробикой Тай-бо увеличилось количество лиц со «средним уровнем» здоровья с 30% до 39% и «выше среднего» – с 10% до 13%. Число студенток по экспресс-оценке с уровнем здоровья «ниже среднего» снизилось с 39% до 30%, с «низким» уровнем здоровья – с 21% до 18% (рис.).



**Рис. Динамика уровней физического здоровья (по Г.Л. Апанасенко) у студенток экспериментальной группы после завершения занятий оздоровительной аэробикой Тай-бо.**

В соответствии с контрольными нормативами [4; 9] за период использования в учебном процессе занятий оздоровительной аэробикой Тай-бо у студенток ЭГ (на фоне участников КГ) наблюдались следующие изменения в показателях физической подготовленности (табл. 2):

– средний показатель бега на 100 м находился в пределах оценки «ниже среднего» как в ЭГ, так и в КГ (ЭГ –  $17,2 \pm 1,6$  с, КГ –  $17,4 \pm 0,7$  с), при этом следует отметить, что после занятия ЭГ оздоровительной аэробикой на основе упражнений Тай-бо зафиксированы изменения на уровне 0,4%, в КГ – 3,8% ( $p < 0,05$ );

– средние показатели бега на 500 м у студенток ЭГ и КГ в осеннем и весеннем тестировании соответствовал уровню «ниже среднего», динамика показателя выносливости у студенток ЭГ на 1,1% сместилась в сторону его улучшения ( $p < 0,05$ ), в КГ результат бега ухудшился на 4,9%;

– скоростно-силовые способности студенток ЭГ (по результатам прыжка в длину с места) после прохождения модуля оздоровительной аэробики Тай-бо повысились в пределах 5,9% ( $p < 0,05$ ), в КГ этот сдвиг составил лишь 0,1%;

- средний показатель гибкости (по тесту наклон вперед, сидя) в весеннем срезе у студенток ЭГ составил  $17,7 \pm 5$  см, что оказалось статистически достоверно выше предыдущего осеннего результата ( $16,9 \pm 5,1$ ) на 4,7%; в КГ, напротив, было зафиксировано снижение результатов теста на 18,4%;
- средние результаты выполнения девушками ЭГ и КГ поднимания туловища из положения лежа на спине за 1 мин в начале и в конце наблюдаемого периода занятий соответствовали оценке «выше среднего», в обоих случаях произошли позитивные сдвиги в результатах тестирования, но у студенток ЭГ эти изменения были более выраженными ( $p < 0,05$ );
- координационные способности студенток (по результатам челночного бега  $4 \times 9$  м) несколько больше повысились к концу наблюдаемого периода у участниц КГ (на 1,8%,  $p < 0,05$ ); в ЭГ также произошли позитивные сдвиги на 0,7%, показанные студентками результаты теста, соответствовавшие в осеннем семестре «среднему уровню» физической подготовленности, перешли в значения «выше среднего» уровня.

Таблица 2

**Изменение показателей физической подготовленности студенток  
фармацевтического факультета УО «ВГМУ» в течение педагогического эксперимента**

Тесты	Экспериментальная группа, n=33			Контрольная группа, n=32		
	Осень	Т	Весна	Осень	Т	Весна
	$\bar{X} \pm \sigma$	%	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	%	$\bar{X} \pm \sigma$
Бег 100 м, с	$17,2 \pm 1,6$	0,4	$17,3 \pm 1,5$	$17,4 \pm 0,7$	3,8*	$16,8 \pm 1,1$
Бег 500 м, мин	$2,15 \pm 0,3$	1,1	$2,1 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,2$	4,9	$2,3 \pm 0,2$
Прыжок в длину с места, см	$170,9 \pm 21,4$	5,9*	$181,1 \pm 21,5$	$168,9 \pm 15,1$	0,1	$169,2 \pm 12,2$
Понимание туловища в сед за 1 мин, раз	$51,9 \pm 6,6$	6,4*	$55,2 \pm 4,6$	$49,3 \pm 4,8$	4,0	$51,3 \pm 3,3$
Наклон вперед сидя, см	$16,9 \pm 5,1$	4,7*	$17,7 \pm 5$	$19,5 \pm 3,6$	18,4	$15,9 \pm 3,8$
Челночный бег $4 \times 9$ , с	$10,9 \pm 0,6$	0,7	$10,8 \pm 0,6$	$10,8 \pm 0,4$	1,8*	$10,6 \pm 0,2$
Средний балл УФП	$5,3 \pm 1,6$	7,9	$5,7 \pm 1,9$	$5,3 \pm 0,7$	3,7	$5,5 \pm 1,1$

**Примечание:** \* – статистически значимые темпы прироста (Т) показателей ( $p < 0,05$ ).

Анализ результатов тестирования в конце учебного года показал, что у студенток ЭГ, которые в учебном году занимались на практическом модуле оздоровительной аэробики Тай-бо, увеличение уровня физической подготовленности к концу учебного года составило 7,9%. Этот прирост оказался почти в 2 раза выше зафиксированного у представительниц КГ (3,7%). Также статистическая обработка результатов позволила проследить индивидуальные изменения в уровнях физической подготовленности участников педагогического эксперимента. Так, в ЭГ увеличилось количество студентов с «высоким уровнем» физической подготовленности с 13,4% до 20%, с уровнем «выше среднего» – с 0% до 6,6%, одновременно понизилось количество девушек, отнесенных к уровню «ниже средний», до 40% (табл. 3).

Таблица 3

**Динамика показателей уровня физической подготовленности студентов III курса  
в 2015–2016 уч. году (кол-во студентов, в %)**

Периоды измерений	Группы	Уровни физической подготовленности			
		Высокий	Выше среднего	Средний	Ниже среднего
Начало учебного года	ЭГ	13,4	–	40,0	46,6
	КГ	–	–	66,7	33,3
Конец учебного года	ЭГ	20,0	6,6	33,4	40,0
	КГ	–	16,7	50,0	33,3

**Заключение.** Результаты проведенного исследования позволяют утверждать, что специально разработанный учебный модуль «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» может выступать в УВО альтернативным разделом (или вариативным компонентом) учебного процесса по «Физической культуре», способным в сравнении с действующими разделами (в частности, с модулем «Профессионально-прикладная подготовка») по ряду показателей даже более результативно решать его оздоровительные задачи. Основанием целесообразности распространения в массовой вузовской практике разработанного модуля «Оздоровительная аэробика (Тай-бо)» является его эффективность, которая в рамках формирующего педагогического эксперимента в УВО медицинского профиля подтвердилась позитивно выраженной динамикой уровней показателей физической подготовленности, физического развития и здоровья студентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мандриков, В.Б. Методология профилирования физического воспитания студентов в медицинских вузах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / В.Б. Мандриков. – Волгоград, 2002. – 110 с.
2. Тверских, В.В. Программно-методическое обеспечение физического воспитания студентов вузов на основе оздоровительного потенциала тхэквондо: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / В.В. Тверских; Тюмен. гос. ун-т. – Тюмень, 2007. – 16 с.
3. Аникеенко, Ж.Г. Физическая подготовка студентов с преимущественным использованием средств фитнеса на основе учета индивидуального профиля развития физических качеств: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / Ж.Г. Аникеенко; ФГБОУ ВПО «Кубан. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма». – Краснодар, 2013. – 16 с.
4. Белый, П. Ки-бо, Тай-бо, Каратэбика. Боевой фитнес для женщин / П. Белый, Т. Швед. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 192 с.
5. Коршевер, Н. Тай-бо – новое имя идеальной фигуры. Программа стройности и здоровья. Модный боевой фитнес для женщин / Н. Коршевер. – М.: Рипол Классик, 2005. – 192 с.
6. Типовая учебная программа для высших учебных заведений «Физическая культура»: утвержденная М-вом образования Респ. Беларусь 14.04.2008, рег. № ТД–СГ.014/тип.; сост.: В.А. Коледа [и др.]. – Минск, 2008. – 48 с.
7. Ворон, П.Г. Организационные и методические основы внедрения Государственного физкультурно-оздоровительного комплекса Республики Беларусь в практику работы организаций: метод. рекомендации / П.Г. Ворон, В.Ф. Касач. – Минск: Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения, 2016. – 80 с.
8. Аэробика. Теория и методика проведения занятий: учеб. пособие для студ. высш. и сред. спец. учеб. заведений физ. культуры / М.П. Ивлев [и др.]; общ. ред. Е.Б. Мякиченко, М.П. Шестакова. – М.: СпортАкадемияПресс, 2002. – 303 с.
9. Мякиченко, Е.Б. Тренировочная нагрузка на занятиях по базовой аэробике / Е.Б. Мякиченко, М.П. Ивлев, М.П. Шестаков // Аэробика. – 1999. – № 2. – С. 2–11.

## REFERENCES

1. Mandrikov V.B. *Metodologiya profilirovaniya fizicheskogo vospitaniya studentov v meditsinskikh vuzakh: dis. ... doktora ped. nauk* [Methodology of Specialization of Student Physical Education at Medical Universities: Dr.Sc. (Education) Theses], Volgograd, 2002, 110 p.
2. Tverskikh V.V. *Programmno-metodicheskoye obespecheniye fizicheskogo vospitaniya studentov vuzov na osnovе ozdorovitel'nogo potentsiala tkhekvondo: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [Curriculum and Methodological Provision of University Students Physical Education on the Basis of Taekwondo Health Potential: PhD (Education) Dissertation Abstract], Tyumen, 2007, 16 p.
3. Anikeenko Zh.G. *Fizicheskaya podgotovka studentok s preimushchestvennim ispolzovaniyem sredstv fitnesa na osnovе ucheta individual'nogo profil'a razvitiya fizicheskikh kachestv: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [Physical Training of Girls Students with the Primary Application of Fitness Tools on the Basis of Consideration of an Individual Profile of Physical Features Development: PhD (Education) Dissertation Abstract], Krasnodar, 2013, 16 p.
4. Bely P., Shved T. *Ki-bo, Tai-bo, Karatebika. Boyevoi fitnes dlia zhenshchin* [Ki-bo, Tai-bo, Karatebics. Martial Fitness for Women], Rostov n/D., Feniks, 2003, 192 p.
5. Korshever N. *Tai-bo – novoye imia idealnoi figuri. Programma stroinosti i zdoroviya. Modnii boyevoi fitnes dlia zhenshchin* [Tai-bo – New Name for Ideal Figure. Program of Fitness and Health. Fashionable Martial Fitness for Women], M., Ripol Klassik, 2005, 192 p.
6. Koleda V.A. *Tipovaya programma dlia visshikh uchebnikh zavedenii «Fizicheskaya kultura»: utverzhennaya Ministerstvom obrazovaniya Respubliki Belarus 14.04.2008, reg. № TD–SG.014/Tip.* [University Syllabus “Physical Training”: Approved by the Ministry of Education of the Republic of Belarus], Minsk, 2008, 48 p.
7. Voron P.G., Kasach V.F. *Organizatsionnye i metodicheskiye osnovy vnedreniya Gosudarstvennogo fizkulturno-ozdorovitel'nogo kompleksa Respubliki Belarus v praktiku raboti organizatsii. metod. rekomendatsii* [Institutional and Methodological Bases of the Introduction of State Physical Training and Health Complex of the Republic of Belarus into Company Practice: Guidelines], Minsk, Respublikanskiy uchebno-metodicheskii tsentr fizicheskogo vospitaniya naseleniya, 2016, 80 p.
8. Ivlev M.P. *Aerobika. Teoriya i metodika provedeniya zaniatiy: uchebnoye posobiye dlia vissh. i sred. spets. uchebnikh zavedenii fiz. kulturi* [Aerobics. Theory and Methods of Classes: University and Physical Training College Textbook], M., SprtAkademiyaPress, 2002, 303 p.
9. Miakichenko E.B., Ivlev M.P., Shestakov M.P. *Aerobika* [Aerobics], Osen, 1999, pp. 2–11.

Поступила в редакцию 26.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: npavel@tut.by – Новицкий П.И.

## Императив духовности в мировоззренческом формировании личности

Л.В. Хведченя

Белорусский государственный университет

*В условиях глобализации актуальным и значимым является духовно-нравственное оздоровление общества, что прорабатывает внимание на императиве духовности в мировоззренческом формировании личности.*

*Цель исследования – акцентировать внимание на приоритетах мировоззренческого развития личности, формирующих духовно-нравственный фундамент образования.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили работы известных просветителей, касающиеся императива духовности, формирования мировоззренческих ценностей личности. Использован ряд теоретических методов: критический анализ научной литературы, сравнительно-сопоставительный анализ, логический анализ и синтез.*

**Результаты и их обсуждение.** *Статья заостряет внимание на приоритетах духовно-нравственного воспитания личности. Состояние современного образования характеризуется как кризисное, охватывающее все аспекты морали, нравственности, духовности, культуры, экологии. В своем глобальном измерении кризис рассматривается как мировоззренческий. Описываются проявления этого кризиса в обществе, особенно среди молодежи. Рассматриваются возможные пути преодоления кризиса образования, которые заключаются в установлении баланса между гуманитарными и технократическими составляющими; в правильном понимании целей образования и средств к их достижению; в необходимости формирования мировоззрения, основанного на духовности и глобальном видении мира.*

**Заключение.** *Кризис духовной жизни, нравственности и морали носит мировоззренческий характер. Аксиологическим фундаментом образования в современных условиях должна стать теория единства духовного и материального, концепция устойчивого развития общества и социоприродной целесообразности.*

**Ключевые слова:** *императив духовности, мировоззренческие ценности, кризисное состояние, природа кризиса, менталитет, мировоззрение, проявление, философия образования.*

## Morality Imperative in Shaping Learners' World Outlook

L.V. Khvedchenia

Belarusian State University

*In the conditions of globalization spiritual and moral health of the society becomes urgent and significant. This focuses attention on the morality imperative in shaping the personality world outlook.*

*The purpose of the research is accent on priorities of the development of the personality world outlook, which form the spiritual and moral base of education.*

**Material and methods.** *The material was works by outstanding enlighteners which have to do with the morality imperative, shaping personality world outlook values. A number of theoretical methods were used: critical analysis of scientific literature, the comparative analysis, the logical analysis and synthesis.*

**Findings and their discussion.** *The article focuses on priorities of spiritual and moral personality education. Contemporary education undergoes crisis which embraces all aspects of morality, spirituality, culture and ecology. In its global scale crisis is considered as concerning the world outlook. Manifestations of this crisis in the society are described, especially in regard to the young. Possible ways of overcoming the education crisis, which mean balance between the humanitarian and the technocratic components, correct understanding of education aims and ways to reach them, necessity in shaping world outlook, which is based on spirituality and global viewing of the world, are considered.*

**Conclusion.** *Crisis of spiritual life and morality has to do with the world outlook. The axiological base of education in contemporary conditions should be the theory of the unity of the moral and the material, the concept of sustainable development of the society and social nature of expediency.*

**Key words:** *morality imperative, world outlook values, crisis state, nature of crisis, mentality, world outlook, manifestation, philosophy of education.*

Исконной задачей образования является приобщение человеческих существ к жизнедеятельности в социуме на определенном этапе его развития. Конечным итогом образования должен быть Человек как продукт эпохи, всесторонне развитая личность. Многие ученые единодушны во мнении, что современная система образования во всем мире не удовлетворяет вызовам времени и вследствие этого находится в кризисе, т.е. состоянии, при котором имеющиеся средства не позволяют достичь поставленной цели. Что же изменилось в соотношении целей и средств настолько, что привело все страны в турбулентное состояние, спровоцировало глобальный кризис в, казалось бы, весьма благополучных и даже процветающих сообществах? Каковы проявления кризиса образования в локальном и цивилизационном измерениях, какова его природа? Эти и другие вопросы, затрагивающие комплекс проблем взаимоотношения человека и общества, рассматриваются в данной статье. Ее цель – акцентировать внимание на приоритетах мировоззренческого развития личности, формирующих духовно-нравственный фундамент образования. Отсутствие прочного основания чревато самыми серьезными последствиями. Сразу оговорим, что некоторые обсуждаемые в статье положения полемически заострены с тем, чтобы привлечь внимание к этой злободневной и актуальной теме.

**Материал и методы.** Материалом исследования послужили публикации известных гуманистов-педагогов, культурологов, специалистов в области методологии и философии образования, стоящих на позициях антропо- и эгоцентризма и сформулировавших нормы обновленной системы мировоззренческих ценностей адекватно социоприродной целесообразности (Н.А. Бердяев, В.И. Вернадский, Б.С. Гершунский, В.И. Жуков, С.Г. Кара-Мурза, Б.Т. Лихачев, В.В. Мантатов, Е.И. Пассов, А.И. Субетто и др.).

Методы: критический анализ научной литературы, позволивший сформулировать позицию автора по исследуемому вопросу; сравнительно-сопоставительный анализ, используемый в процессе изучения различных парадигм образования; логико-методологический анализ, позволяющий дать научное обоснование основным концептуальным положениям исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Обзор литературы по истории и философии образования, а также публикации, анализирующие современное состояние педагогической науки и образовательной практики, позволяют рассматривать образование с точки зрения его позитивного и негативного модуса. Бесспорно, кризис – это плохо, это обострение всех проблем, это изжившие себя образовательные парадигмы, методологические подходы, которые входят в противоречие с новыми социальными реалиями и ждут своего решения. Выход из подобного кризиса требует модернизации всей системы образования с целью повышения ее потенциальных ресурсов. Такой кризис можно назвать *продуктивным*, так как в конечном итоге он выводит на новый эволюционный виток развития.

Другая разновидность описываемого кризиса – это глобальный, всеобщий кризис, охватывающий не только систему образования, но и другие социальные институты: экономические, финансовые, политические, экологические и т.п. Зачастую это ставит общество перед проблемой выживания, которая не может быть решена административным ресурсом, так как имеет дело с тупиковостью развития социоприродных отношений, с деструктивностью Человека, утратой им ценностных ориентаций, утверждением ложного самосознания в обществе. Его мы назовем *деструктивным* системным кризисом, то есть кризисом, который может сделать образование малополезным социальным институтом, если оно не в состоянии отвечать вызовам времени.

Эволюция развития образования отмечается неоднократно продуктивными кризисами, связанными, например, с переходом от религиозного к религиозно-светскому и светскому образованию. Можно назвать и десятки кризисов внутри каждой из этих эпох. Но кризис современной системы – всеобъемлющий, так как в нем неразрывно соединились противоречия локального и глобального масштаба, противоречия внутрисистемные и межсистемные.

Одним из основных проявлений глобального кризиса является кризис духовной жизни, нравственности и морали, кризис Человека. В контексте современной истории этот кризис отличается амбивалентностью, так как именно ушедший XX век принес выдающиеся достижения в науке и технике, показал незабываемые образцы благородства и величия человеческого духа, обогатил культурное наследие. С другой стороны, это век грубой военной силы, принесший разрушительные войны и революции, тоталитаризм, фашизм, терроризм, подавление инакомыслия и геноцид, экономические

преступления, межнациональные и религиозные распри, реальную опасность ядерного взаимоуничтожения и экологического коллапса [1].

Начало XXI века характеризуется еще более возрастающим катастрофизмом развития человечества, проявившимся в потоке новых трагедий социогенного и техногенного происхождения, в обострении всех глобальных проблем человечества. Развернувшаяся научно-техническая революция объединила мир технически и экономически, вывела его на качественно новый уровень, но обернулась величайшим регрессом в силу неготовности человека разумно воспользоваться созданными материальными благами. Мы являемся свидетелями крупных региональных катастроф, к числу которых можно прежде всего отнести ядерные взрывы в Чернобыле и Фукусиме, военные конфликты на Ближнем Востоке, гибель лесов в Европе, загрязнение мирового океана радиоактивными отходами. Все это – не просто признаки очередного социально-экономического спада, а еще до конца не осознанной цивилизационной катастрофы, за которой стоит катастрофа духовная. «Экзистенциалистский кризис» (В. Франкл), «смерть духа культуры» (Н.А. Бердяев), «антропологическая катастрофа» (М. Мамардашвили), «деструктивность человека» (Ю.Я. Егоров) – так большинство философов, культурологов, психологов характеризуют духовную ситуацию рубежа веков.

Жизнедеятельность без опоры на духовные абсолюты привела к тому, что уже сегодня «мы пожинаем плоды нашего плебейского сознания, технократического безумия, нигилистического пренебрежения вечными устоями мирового бытия. Мы видим разрушение природных и человеческих связей, крушение веры и утрату общих целей, разнузданность масс и беспредел властей. Мы видим бесстыдство неограниченной наживы, опьянение безмерным потреблением одних и катастрофическое обнищание, опьянение алкоголем других. Мир раскололся, мир погибает из-за того, что нарушены принципы справедливости, духовные устои общества» [2, с. 73]. Резюмировать состояние современного общества можно словами А.И. Солженицына: «...мы сидим на обугленном духовном пепелище» [3, с. 19].

Происходящие в обществе процессы находят свое зеркальное отражение и в системе образования. Ее приоритетом по-прежнему являются прагматические знаниявые аспекты, в то время как в должном внимании остается воспитательная составляющая. Постсоветское образование характеризуется идейно-нравственным вакуумом, являющийся следствием краха господствовавших десятилетиями идеологических доктрин. Выбор новых мировоззренческих ориентиров, дающих смысл нашему существованию и, соответственно, смысл нашей образовательной деятельности, зашел в тупик и не представлен нам философией образования как наукой мудрости. Формируется парадокс: образование, с одной стороны, дает профессиональные знания, наполняет память информацией, но оставляет пустой и неразвитой душу. Здесь-то и поселяются бактерии неведомых ранее душевных болезней: наркомании, СПИДа, алкоголизма, тунеядства. Не менее опасными являются и проявления таких нравственных уродств, как утрата стыда и совести, нигилизм, скептицизм, апатия, безответственность, пренебрежительное отношение к окружающим, утрата самостоятельности и др. К счастью, это не массовое явление, но прогрессирующее. В результате происходит то, что наша социоприродная и образовательная деятельность принимает разрушительный характер и может привести не к развитию, а к деградации человека, к трансформации человеческой расы, к «биороботизации» значительной части населения. Это становится не только личной трагедией человека, но и трагедией всей современной цивилизации.

Как крайне отрицательное явление, способствующее духовному обнищанию, можно рассматривать обеднение гуманитарного содержания образования. Напомним, что гуманистическая направленность состоит в формировании нравственных и эстетических сторон отношения человека к природе, социуму, к результатам своей деятельности, а также в формировании культуры мышления, творческих способностей обучающихся на основе глубокого понимания истории страны и цивилизации, мирового культурного наследия. Вуз призван выпустить специалиста, готового к постоянному духовному саморазвитию, самосовершенствованию, и чем богаче будет его натура, тем ярче она проявится в профессиональной деятельности. Если эта задача не будет решена, то, как писал русский философ Г.П. Федотов еще в 1938 г., есть перспективы индустриальной, могущественной, но бездушной и бездуховной России. Голая бездушная мощь – это самое последовательное выражение каиновой, проклятой Богом цивилизации.

В последние десятилетия особенно ярко наблюдается нарушение баланса между гуманитарной и технократической составляющими образования. Это проявляется в резком урезании социально-гуманитарного блока, в частности, сокращении количества учебных часов на философские и языковые дисциплины, а также дисциплины художественно-эстетического профиля. Тем самым у обучающихся создается мозаичность, дисперсность общей картины мира, формируются «лоскутное» сознание, духовная незрелость. Это также снижает общегуманитарный культурный уровень обучающихся, делает их легкой добычей различного рода манипуляторов. Технократический путь становится большой проблемой образования и общества, так как уровень развития ментальности отстает от уровня развития научно-технического прогресса.

Характеризуя перекокс на сторону технократизации как негативный, мы, однако, не призываем идти назад к природе и вовсе не отрицаем технический прогресс, движимый, прежде всего, естественнонаучным знанием. Мы отвергаем саму идею потребительства, сопровождающуюся истребительно-жадным прогрессом, не знающим самоограничения и отдачи. Смысл человеческой деятельности состоит не в количественном наращивании богатства и власти, а в качественном совершенствовании личности и духовной жизни человека. Прогресс технический должен основываться на прогрессе духовном, ибо наше будущее зависит не от все более изощренных материальных достижений человеческого разума, а от нравственных ориентиров и этических ограничителей, удерживающих этот процесс в рамках управляемости и дозволенности. В условиях технократического мышления гуманитарный принцип «все для блага человека» легко становится инструментом манипуляций, а иезуитские лозунги типа «цель оправдывает средства» деформируют не только понятие средства, но и саму цель практической деятельности [4].

Важность проблемы духовно-нравственного развития личности признается на всех уровнях организации системы образования. В этом убеждает и анализ различного рода нормативных документов, таких, как «Закон об образовании», провозглашающий в качестве главной цели единство воспитания и обучения, «Основные направления развития системы образования», «Концепция развития высшего образования» и др. Признается также, что воспитательная составляющая образовательной политики должна осуществляться не только с учетом локальной социокультурной ситуации, но и глобального видения проблем человека, что обеспечивает гармоничное взаимодействие его с окружающей средой, а также создает предпосылки для интеграции отечественной системы в европейское образовательное пространство. Однако содержательно формирование ментальности и направление личностного развития продолжают осуществляться в рамках того мировоззрения, которое привело к коллапсу всей системы. В результате наша образовательная зачастую направлена на преодоление причин кризиса, а не его следствий.

Методологическая база педагогической науки и всей гуманитарной сферы также подвергается критике. Радикально изменившаяся в начале 1990-х годов геополитическая и социокультурная ситуация, недостаточно осмысленная отечественной наукой, привела к повсеместному внедрению модели, ведущей к насаждению прагматического, утилитарного сознания в качестве нормы жизни. Речь идет о провозглашении компетентного подхода в качестве базового. По своей сути этот подход не является чем-то революционно новым для нашей системы образования. Он представляет собой дальнейшее развитие системно-деятельностного, с акцентом на умение оперативно применять знания и на практике, адекватно конкретной производственной ситуации. Следует, однако, правильно понимать роль и ограниченное место компетентного подхода, провозглашаемого в качестве стратегического. Бесспорно, компетенция занимает свою нишу в системе подготовки специалиста, так как она шлифует мастерство и деловые качества. Ее можно представить как способ моделирования конечных результатов высшего профессионального образования, но не как конечную цель образования в целом. Некорректность провозглашения компетенций в качестве высшей цели образования состоит в том, что любая компетенция не может соответствовать высшему смыслу деятельности. Она может рассматриваться лишь как промежуточная задача, как одно из средств достижения главной цели.

Этот постулат легко обосновать посредством соотнесения философских и педагогических целей, в частности, их структуры и содержания. Иерархически высшая педагогическая цель (мировоззренческая) должна соотноситься с философской идеальной интерпретацией цели (высший уровень целевой абстракции). Любая материально детерминированная формулировка высшей педагогической

цели (в данном случае социально-профессиональная компетентность как знаниево-деятельностно-поведенческая) ведет к смещению функций цели и средства («ошибка ложной цели») и, следовательно, к деформации конечного результата педагогической деятельности (человек хорошо работающий, грамотно говорящий, но не зрелый и ментально не сформировавшийся). Следовательно, провозглашение любой практической цели обучения в качестве конечной цели образования методологически не обосновано, так как не детерминирует конечную цель образовательной деятельности (оставляет открытым вопрос «ради чего?»). В самом деле, достаточно ли быть профессионально компетентным, чтобы противостоять тем глобальным проблемам, которые несет в себе современная технократическая цивилизация? Для этого нужны иные качества личности и иная педагогика, научное обоснование которой заложено в трудах отечественных ученых. Это педагогика мировоззренческая, ориентированная на задачи устойчивого развития общества, на формирование мировоззрения, направленного на сохранение социума и всех форм жизни на Земле [4–6]. В основе его – императив нравственности и духовности. Подвести итог нашим размышлениям можно словами известного методолога и педагога Е.И. Пассова: прагматизм – это методологическая дистрофия. Прагматизм имеет цену, но духовность обладает истинной ценностью [7]. Очень точное определение.

Цель образования на новой траектории его развития сегодня формулируется как «достижение его нового качества в глобально консолидированном социуме за счет возвышения человека, его духовности на основе восстановления баланса и гармоничного развития взаимосвязанных составляющих системы “Человек – Социум – Природа”» [8, с. 50]. При всей схожести с привычным лозунгом современной установка на развитие личности – *новая* задача по отношению к вызовам времени. Она учитывает ход общественного развития, геополитическую и социокультурную ситуацию, радикально изменяет образовательный контекст, представление о самой личности и ее исторической роли.

Необходимость реализации целей современного образования меняет соотношение его базовых компонентов. В частности, усиливается значимость и меняется содержание развивающего и воспитательного аспектов, обеспечивающих духовное питание личности. Переосмысление воспитательных функций осуществляется в контексте педагогики гражданского мира и согласия. Это влечет за собой дальнейшее выстраивание всей методической инфраструктуры в направлении, которое учило бы народы, как жить вместе, как стать гражданами мира без утраты собственных корней и активно участвуя в жизни своего народа и государства. Такой подход расширяет методологическую базу научного педагогического исследования за счет включения принципов обновленного философского восприятия мира. Их можно обозначить терминами «глобализация», «экологизация», «демократизация», «гуманизация», «культурологизация».

Переосмысляются не только цели, но и источники формирования содержания, технологии, вся методическая инфраструктура. Если *глобальные проблемы человечества становятся источником принципов формирования содержания образования в целом, то система общечеловеческих ценностей является главным источником духовного содержания образования, питающего его воспитательный аспект*. Учитывая важную роль мировоззренческих установок для возрождения духовности общества, современную гуманистическую парадигму образования можно охарактеризовать как нравственно-духовно-центристскую [9]. Воспитание человека гуманного, превращение его из homo sapiens в homo moralis означает развитие его духовности – природного качества человека, присущего ему как биологической особи и приобретаемого в системе образования [10].

В отечественной христианской традиции воспитание личности считалось краеугольным камнем в фундаменте построения образовательной доктрины. Причем предметом воспитания являлся не только интеллект и духовность, но и вся психическая нераздельность зрелой личности. Культура проявления внутреннего «Я» остается непреходящей ценностью отечественного воспитания и сегодня. Нам, белорусам, следует особенно помнить, что главный капитал страны – ни природные богатства, финансовые и экономические ресурсы, а такой кардинальный ресурс как люди – наш интеллектуальный и человеческий капитал. Тем более важным для судьбы страны является духовная наполненность человека и его ментальность.

**Заключение.** Следует подчеркнуть, что система образования в современном культурно-историческом контексте отличается амбивалентностью: с одной стороны, она демонстрирует значительные успехи, связанные с выдающимися достижениями науки и техники, с другой – характеризу-

ется возрастающим катастрофизмом развития человека, проявлением которого является кризис духовной жизни, нравственности и морали. В глобальном измерении этот кризис определяется как всеобщий, системный, цивилизационный, охватывающий все социальные институты. Воспринимаемый многими с точки зрения материалистической, на самом деле, он носит мировоззренческий характер в совокупности нравственных, интеллектуальных, духовных, культурологических и экологических аспектов и является преддверием смены технологического уклада развития цивилизации. Успех образования XXI века непосредственно зависит от понимания природы кризиса и сознательной деятельности человека по его преодолению.

Аксиологическим фундаментом современной философии образования должны стать теория всеобщего бытия и устойчивого развития общества, принципы единства духовного и материального, а также социоприродной целесообразности. Это должна быть философия, аккумулирующая всю мудрость жизни, все универсалии и истины, сформированная не идеологией и не создающая конфликт между инстинктивной сущностью человека и тем, что ему внедряется в сознание, к чему его приучают [11].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности / сост. Л.И. Василенко, В.Е. Ермалова. – М.: Прогресс, 1990. – 459 с.
2. Мантатов, В.В. Экологическое воспитание как процесс духовного обновления / В.В. Мантатов, Л.В. Мантатова // Гуманизация образования – императив XXI века: материалы межрегион. конф. «Гуманизация образования». – Вып. 2. – Набережные Челны, 1996. – С. 67–75.
3. Солженитцын, А.И. Как нам обустроить Россию / А.И. Солженитцын. – М.: Патриот, 1991. – 62 с.
4. Гершунский, Б.С. Философия образования для XXI века (в поисках практико-ориентированных образовательных концепций) / Б.С. Гершунский. – М.: Совершенство, 1998. – 697 с.
5. Субетто, А.И. Императив гуманизации общества и образования: к неклассическому гуманизму / А.И. Субетто // Гуманизация образования – императив XXI века: материалы межрегион. конф. «Гуманизация образования». – Вып. 1. – Набережные Челны, 1996. – С. 4–20.
6. Жук, В.И. Социальное образование и социальная сплоченность российского общества в условиях глобального кризиса / В.И. Жук. – М.: Изд-во РГСУ, 2009. – 80 с.
7. Пассов, Е.И. Методология методики: эмпирические методы исследования / Е.И. Пассов. – Елец: МУП «Типография», 2010. – Кн. 2. – 647 с.
8. Селихова, Г.В. Современное состояние и будущее эволюции образования / Г.В. Селихова // Образование и наука. Третье тысячелетие: материалы междунар. конф., посвященной 275-летию Санкт-Петербур. гос. ун-та, 23–25 февр. 1999. – СПб., 1999. – С. 50.
9. Садовничий, В.А. Университеты и гуманитарная Европа / В.А. Садовничий // Общеввропейский процесс и гуманитарная Европа. Роль университетов / под ред. Л.И. Глухарева, В. Страды. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – С. 372–379.
10. Хведченя, Л.В. Стратегические приоритеты в системе ценностей и целей классического университетского образования и роль иностранных языков в их реализации / Л.В. Хведченя // Выбраныя навуковыя працы беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта: у 7 т. / адк. рэд. А.І. Жук. – Мінск: БДУ, 2001. – Т. 1: Педагогіка. Псіхалогія. Сацыялогія. Філасофія. – С. 146–160.
11. Кара-Мурза, С.Г. Советская цивилизация от Великой Победы до наших дней / С.Г. Кара-Мурза. – М.: Изд-во Эксмо, изд-во Алгоритм, 2004. – 768 с.

### REFERENCES

1. Vasilenko L.I., Yermolayeva V.E. *Globalniye problemi i obshchchelovecheskiye tsennosti* [Global Issues and General Human Values], M., Prgress, 1990, 459 p.
2. Mantatov V.V., Mantatova L.V. *Gumanizatsiya obrazovaniya – imperativ XXI veka: materialy mezhregion. konf. «Gumanizatsiya obrazovaniya»* [Humanization of Education – the Imperative of the XXIst Century: Proceedings of the Inter-regional Conference «Humanization of Education»], Naberezhniye Chelny, 1996, pp. 67–75.
3. Solzhenitsyn A.I. *Kak nam obustroit Rossiya* [How we should Refurbish Russia], M., Patriot, 1991, 62 p.
4. Gershunski B.S. *Filosofiya obrazovaniya dlia XXI veka (v poiskakh praktiko-orientirovannikh obrazovatel'nikh konseptsiy)* [Philosophy of Education for the XXIst Century (in Search of Practice Aimd Educational Concepts)], M., Sovershenstvo, 1998, 697 p.
5. Subetto A.I. *Gumanizatsiya obrazovaniya – imperativ XXI veka: materialy mezhregion. konf. «Gumanizatsiya obrazovaniya»* [Humanization of Education – the Imperative of the XXIst Century: Proceedings of the Inter-regional Conference «Humanization of Education»], Naberezhniye Chelny, 1996, pp. 4–20.
6. Zhukov V.I. *Sotsialnoye obrazovaniye i sotsialnaya splochnost rossyskogo obshchestva v usloviyakh globalnogo krizisa* [Social Education and Socialization of the Russian Society in the Conditions of Global Crisis], M., Izd-vo RGSU, 2009, 80 p.
7. Passov E.I. *Metodologiya metodiki: empiricheskiye metody issledovaniya* [Methodology of Methods: Empiric Methods of Research], Kn. 2, Elets, МУП «Типография», 2010, 647 p.
8. Selikhova G.V. *Obrazovaniye i nauka. Tretiy tysyacheletiy: materialy mezhd. konf., posv. 275-letiyu Sankt-Peterburg. gos. un-ta, 23–25 fevralia 1999* [Education and Science. Third Millennium: Proceedings of the Internat. Conf. in Honour of 275 Years of St. Petersburg State University, February 23–25 1999], SPb., 1999, p. 50.
9. Sadovnichy V.A. *Obscheyevropeyskiy protsess i gumanitarnaya Yevropa. Rol universitetov* [General European Process and Humanitarian Europe. Role of Universities], M., Izd-vo MGU, 1995, pp. 372–379.
10. Khvedchenia L.V. *Vybraniya navukoviyia pratsi belaruskaga dziarzhaunaga universiteta: u 7 t. T. 1. Pedagogika. Psikhalogiya. Satsyalogiya. Filasofiya*. [Selected Works of Belarussian State University: 7 Volumes. Vol. 1. Education. Psychology. Sociology. Philosophy], Minsk, BGU, 2001, pp. 146–160.
11. Kara-Murza S.G. *Sovetskaya tsivilizatsiya ot Velikoi Pobedi do nashikh dnei* [Soviet Civilization from the Great Victory to Contemporary Time], M., Izd-vo Eksmo, Izd-vo Algoritm, 2004, 768 p.

Поступила в редакцию 09.02.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: khvedshenya@mail.ru – Хведченя Л.В.

## Формирование знаний, умений и навыков владения приемами стилизации при взаимосвязи натурного и декоративного рисования

**Е.О. Соколова**

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

*В методике преподавания изобразительного искусства в настоящее время для повышения качества художественного образования педагогами реализуется идея взаимосвязи различных видов рисования. В связи с этими новыми подходами к обучению в данной статье рассматривается вопрос взаимосвязи натурного и декоративного рисования для последующего создания изделия декоративно-прикладного характера. В качестве объединяющего фактора рассматриваемых видов художественно-творческой деятельности нами определен метод стилизации, который является одним из важных средств в овладении основами декоративного рисования и в то же время выступает определяющим фактором в ходе выполнения рисунка с натуры, особенно на первоначальном этапе изображения.*

*Цель статьи – исследование эффективности методов обучения, основанных на взаимосвязи натурного и декоративного рисования при изучении дисциплин художественно-эстетического цикла.*

**Материал и методы.** *Материалом послужило экспериментальное исследование, которое проводилось в ГУО «Гимназия № 4 г. Витебска» с художественным уклоном. Методологической основой данной работы явились научные труды ученых в области теории и методики обучения изобразительному и декоративно-прикладному искусству, искусствоведения, педагогики и психологии.*

**Результаты и их обсуждение.** *В ходе проведения исследования было выявлено, что овладение приемами стилизации осуществлялось более эффективно при системном развитии у учащихся умений и навыков грамотно выполнять натурные и декоративные изображения на основе использования специально разработанных заданий и упражнений, которые предусматривают:*

- использование взаимосвязи натурного и декоративного рисования в процессе обучения дисциплинам художественно-эстетического цикла;
- освоение учащимися теоретических знаний в области изобразительной грамоты и декоративного рисования, основанных на стилизации натуры;
- использование учащимися метода обобщения формы объектов изображения на начальном этапе выполнения изображения и выявления его геометрической составляющей;
- применение учащимися в процессе натурного и декоративного рисования различных способов художественного обобщения; методов стилизации; способов формообразования;
- формирование умений учащихся использовать национальные традиции формообразования, основанные на учете специфики художественного материала при изготовлении изделий декоративно-прикладного характера.

**Заключение.** *Разработанная экспериментальная методическая система обучения дисциплинам художественно-эстетического цикла рассматривается как целостная система художественного развития личности школьника в общеобразовательных школах. Результаты данного исследования можно использовать в системе основного и дополнительного художественного образования.*

**Ключевые слова:** *стилизация, обобщение, натурное рисование, декоративное рисование, приемы стилизации, формообразование, белорусское народное искусство, национальные традиции.*

## Shaping Knowledge and Skills of Stylization Tools in Model and Decorative Drawing Interaction

**E.O. Sokolova**

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

*In Methods of Teaching Arts, at present, teachers implement the idea of the interaction of different types of drawing to improve the quality of art education. In connection with these new approaches to teaching we consider in the article the issue of interaction of model and decorative drawing having as a goal creation of a work of applied art. As a uniting factor of these types of artistic*

activity we have identified the method of stylization, which is one of important means of mastering the bases of decorative drawing and, at the same time, is a decisive factor in model drawing, especially at the initial stage of image.

The purpose of the article is to study the efficiency of the methods of teaching which are based on the interaction between model and decorative drawing during art training.

**Material and methods.** The material for the article was an experimental research at Gymnasium No 4 of the City of Vitebsk which specializes in Art. The methodological basis of the work was studies by scholars in the field of theory and methods of teaching Applied and Fine Arts, Art Studies, Education and Psychology.

**Findings and their discussion.** In the course of the study it was found out, that mastering tools of stylization was more efficient with system development of students' skills to perform model and decorative images on the basis of application of specially designed tasks and exercises, which presuppose:

- using interaction of model and decorative drawing in the process of teaching disciplines of art and aesthetics cycle;
- mastering theoretical knowledge in the field of fine arts literacy and decorative drawing which are based on stylization of the model;
- using by students of the method of generalization of the form of depicted objects at the primary stage of doing the image and identifying its geometrical component;
- application by students in the process of model and decorative drawing of different ways of artistic generalization; stylization methods; ways of form building;
- shaping students' skills to use national traditions of form building which are based on consideration of the specificity of creative material in the process of making applied arts pieces of work.

**Conclusion.** The developed experimental method system of teaching disciplines of art and aesthetic cycle is considered to be a wholesome system of artistic personality development at comprehensive schools. The research findings can be used in the system of basic and further art education.

**Key words:** stylization, generalization, model drawing, decorative drawing, stylization techniques, form building, Belarusian folk art, national traditions.

Художественное образование школьников главным образом осуществляется в общеобразовательных школах, среди которых особое значение отводится школам с художественно-эстетическим направлением (художественным, архитектурным, эстетическим). Объединяющим фактором этих учебных заведений является обучение школьников дисциплинам художественно-эстетического цикла. При изучении этих предметов особое внимание уделяется натурному и декоративному видам рисования, которые в свою очередь основываются на развитом восприятии природы, а также на ее отражении с помощью различных изобразительных средств и приемов.

Одно из важных средств в овладении основами декоративного рисования – метод стилизации. *Стилизация* является способом отражения объектов действительности в процессе их творческой переработки и видоизменения при максимально или минимально возможном или необходимом художественном обобщении. Обобщение как способ отражения общих и основных признаков объектов и явлений действительности способствует ориентации в мире людей и вещей, поиску сходства в самых разных материальных объектах, позволяет точнее и глубже понимать себя и других людей, освобождает от необходимости снова изучать одни и те же объекты и явления.

В процессе обучения на уроках изобразительного цикла *обобщение* – определяющий фактор в ходе выполнения рисунка с натуры, особенно на первоначальном этапе изображения [1]. В то же время предельная обобщенность формы и подчеркнутая выразительность ее деталей характерны для рисунка, выполненного методом стилизации в процессе декоративного рисования, и при изготовлении эскиза изделия декоративно-прикладного характера. Из этого следует, что обобщение и упрощение формы предмета – важный фактор грамотного выполнения натурного и декоративного изображения.

Таким образом, при переходе от натурного изображения к декоративному рисованию важнейшим компонентом является метод стилизации, поэтому наша работа посвящена важной и малоисследованной проблеме изучения взаимосвязи натурного и декоративного рисования. Проблема осуществления взаимосвязи натурного и декоративного рисования заключается в том, насколько учащиеся при выполнении стилизации активно и разнообразно опираются на знания и умения, полученные при рисовании с натуры.

Цель статьи – исследование эффективности методов обучения, основанных на взаимосвязи натурного и декоративного рисования с учетом национальных особенностей формообразования, традиций и материала при изучении дисциплин художественно-эстетического цикла.

**Материал и методы.** Исследование проводилось в ГУО «Гимназия № 4 г. Витебска» с художественным уклоном. В эксперименте приняли участие 140 учащихся 5–9-х классов.

Методы исследования:

– *теоретические*: изучение и анализ психолого-педагогической, методической и искусствоведческой литературы; анализ программ по специальным учебным предметам художественно-эстетического цикла в профильных школах;

– *эмпирические*: проведение эксперимента, включающего в себя метод педагогического наблюдения за деятельностью учащихся на уроках изобразительного цикла; анкетирование учащихся; анализ практических работ учащихся; метод математического анализа и графической обработки результатов.

Методологической основой данной работы являются теория и методика обучения различным видам рисования (с натуры, по памяти, по представлению, по воображению), которые представлены в работах Н.Н. Ростовцева, В.С. Кузина, Н.Э. Радлова, Е.И. Игнатьева, В.К. Лебедко, О.А. Авсияна и др.; психолого-педагогические закономерности изобразительной деятельности в области натурального и декоративного рисования (Н.Н. Волков, Е.И. Игнатьев, С.Л. Рубинштейн, В.С. Кузин, Л.С. Выготский, Р. Арнхейм, Р. Вудворд, П. Линдсей, Д. Норман, С.Е. Игнатьев, П.М. Якобсон, В.И. Киреенко, Б.Ф. Ломов, О.И. Никифорова и др.); исследования художественного стиля и стилизации (А.Ф. Лосев, Г. Вельфлин, В.Г. Власов, А.Н. Соколов, Н.М. Сокольников); семантика белорусского орнамента и особенности формообразования в изделиях белорусского народного искусства (М.С. Кацер, Е.М. Сахута, Н.Я. Никифоровский, Н.И. Касперович и др.); теоретические положения проблемы народных традиций в художественной культуре (И.Я. Богуславская, М.А. Некрасова, В.М. Василенко, С.Б. Рождественская, В.С. Воронов и др.); воспитание учащихся средствами национального искусства (Н.Н. Ростовцев, В.С. Кузин, Е.В. Шорохов, Г.Н. Волков, Т.Я. Шпикалова).

**Результаты и их обсуждение.** Основная цель экспериментального исследования – поиск, разработка и экспериментальная проверка специальных заданий, упражнений и методов обучения, направленных на эффективное овладение учащимися приемами стилизации в процессе натурального и декоративного рисования.

Экспериментальное исследование проходило по двум направлениям:

- формирование теоретических знаний учащихся в области обобщенного видения природы и стилизации объектов действительности;
- развитие практических умений и навыков владения приемами стилизации в процессе натурального и декоративного рисования, а также при выполнении декоративной работы в материале.

Как показал анализ специальной литературы, а также личный опыт работы в системе художественного образования, для грамотного выполнения любого изображения необходима теоретическая подготовка учащихся. И поэтому в начале занятий отводилось время на рассмотрение теоретических вопросов. В процессе обучения школьники должны были усвоить необходимый минимум теоретических знаний применительно к реалистическому изображению (форма, конструкция, пропорции, объем и пространственные отношения), а также декоративному изображению объекта действительности: способы художественного обобщения (типизация, индивидуализация, гиперболизация), методы стилизации (метод «совершенных форм» или «симметрия»; метод «последовательных трансформаций»; метод стилизации в определенном художественном стиле), способы формообразования (геометрический и пластический).

С целью формирования у учащихся умений и навыков владения приемами стилизации в процессе натурального и декоративного рисования работа велась в следующих направлениях:

- развитие способности учащихся видеть и передавать в своих натуральных рисунках наиболее характерные и типичные особенности изображаемого объекта на основе анализа формы, конструкции, пропорций, объема и пространственных отношений;
- формирование умений учащихся грамотно выполнять переход от натурального рисунка к выполнению стилизованного изображения, передавая наиболее типичные и выразительные особенности формы изображаемого объекта;
- развитие способностей учащихся использовать различные способы преобразования натурального образа в декоративный при выполнении эскиза изделия декоративно-прикладного характера с учетом национальных традиций и особенностей материала изготовления.

В целях последовательности формирования навыков владения учащимися приемами стилизации в процессе натурального и декоративного рисования задания разделены на несколько блоков в соответ-

ствии с видами художественной деятельности: рисование с натуры, декоративное рисование, изготовление декоративной работы в материале.

**ПЕРВЫЙ БЛОК.** *Геометрическая составляющая как основа обобщения формы объектов окружающей действительности. Рисование геометрических тел*

Первым шагом в освоении приема изображения различных объектов действительности является рисование простейших геометрических тел. Они лежат в основе большинства предметов, в них хорошо прослеживаются законы конструктивного и перспективного построения.

Задания этого блока были направлены на формирование умений и навыков свободно оперировать геометрической формой с целью дальнейшего ее использования при выполнении анализа форм различных объектов действительности для натурального и декоративного изображения.

**Задание 1.** *Анализ конструктивной основы геометрических форм*

Данное задание включало в себя различные упражнения по рисованию геометрических тел с натуры с целью изучения пространственно-конструктивных закономерностей изображения геометрической формы на плоскости.

В ходе практической работы учащимся 5–9-х классов предлагалось выполнить конструктивное построение отдельных геометрических тел из проволочных каркасов, конструктивный анализ группы гипсовых моделей геометрических тел. Задание выполнялось в манере линейно-конструктивного рисунка.

**Задание 2.** *Светотеневая моделировка формы геометрических тел*

Данное задание включало в себя упражнения по рисованию различных геометрических тел с натуры с целью изучения светотеневых закономерностей изображения геометрической формы на плоскости.

При выполнении данных упражнений внимание учеников было акцентировано на важном значении направления штрихов при выявлении объема тоном. Правильно положенные штрихи движутся по форме (или как говорят художники, «лепят форму»), и поэтому они усиливают впечатление объемности формы [2].

Как показали результаты анализа работ при выполнении заданий данного блока, ученики оказались готовыми к восприятию законов и правил конструктивного построения. При объяснении учителя они в большинстве своем успешно справлялись с построением различных форм геометрических тел. Большинство учащихся освоили светотеневые понятия (свет, полутень, рефлекс, блик, собственная и падающая тень) и при этом не испытывали особых затруднений их передачи в рисунках.

**ВТОРОЙ БЛОК.** *Обобщение как принцип стилизации в натурном рисовании*

Задания данного блока были разделены на четыре группы. К первой группе относились задания, направленные на нахождение и передачу основной «большой» формы изображаемого объекта действительности; во вторую группу входили те задания, которые были основаны на конструктивном анализе форм различных объектов действительности; к третьей группе относились задания, направленные на развитие умений передавать характерные пропорции изображаемых объектов, сравнивать и сопоставлять их общие и отличительные признаки; четвертая группа содержала задания, основанные на выявлении объема объекта изображения методом обобщенного анализа формы.

**Задание 1.** *Метод анализа «большой» формы объектов действительности*

Данное задание мы использовали как начальное в процессе анализа формы любого изображаемого объекта действительности. Для формирования понятия «большая» форма объекта ученикам предлагалось выполнить силуэтное (пятновое и линейное решение) изображение различных объектов действительности: предметы быта, объекты растительного, животного мира и человека.

**Задание 2.** *Метод анализа конструктивного строения формы объектов действительности*

Задание было направлено на развитие умений видеть и передавать конструктивные особенности объекта изображения. В процессе выполнения данного задания применялся метод тщательного построения формы предметов с проведением осей, вспомогательных линий, изучением конструктивной основы различных объектов действительности на основе конструктивного строения геометрических тел.

Для развития умения целостно видеть и представлять объект как сочетание простых геометрических тел учащимися выполнялись изображения различных объектов действительности: геометрические тела, предметы быта, объекты растительного, животного мира и человека.

При изучении конструктивного строения дерева основное внимание учащихся было направлено на анализ характерных особенностей направления и движения ствола и ветвей, которые определяют характер и закономерности конструктивного строения каждого дерева.

Анализируя конструктивную основу строения формы объектов животного мира, учащиеся обобщали форму и сравнивали ее со знакомыми геометрическими телами (например, шаровидная форма груди и птицы, соединение шара и конуса основы туловища, цилиндрический характер формы шеи и ног).

Выполнению заданий на передачу конструктивных особенностей человека предшествовало изучение анатомического строения человека (пропорции и закономерности строения тела), его основных опорных точек. Изображение человека учащиеся должны были выполнить на основе обобщенного модуля.

**Задание 3. Метод сравнения при анализе пропорциональных особенностей формы объектов действительности**

Данные задания были направлены на развитие умений определять и отображать размерные соотношения элементов или частей формы объекта между собой, а также между различными объектами.

Учащимся было предложено выполнить изображения различных объектов действительности, выявляя различия и сходства в форме и размерах. В качестве натуральных объектов были подобраны как близкие по форме, но разные по размеру, так и различные по форме и по размеру объекты действительности. В процессе выполнения изображения заданных объектов учащиеся проводили анализ и сравнение изображаемых предметов как с натурой, так и с изображением на рисунке [3].

**Задание 4. Метод обобщения формы при выявлении объема объектов действительности**

При выполнении данного задания учащиеся познакомились с особенностями распределения света и тени по форме предмета. В процессе выполнения изображения отмечалась теснейшая взаимосвязь между линейно-конструктивным изображением формы и тоновой лепкой объема в рисунке.

После введения заданий данного блока учащиеся стали лучше анализировать форму, острее выявлять характерные и типичные признаки предмета и находить убедительное пластическое решение формы объекта изображения.

Подводя итоги работе над данным блоком заданий, следует отметить, что систематизация сведений о форме объектов, их конструкции, пропорциях, светотональных отношениях вырабатывает у учащихся правильное восприятие объектов действительности для последующего выполнения стилизации на уроках декоративного рисования.

**ТРЕТИЙ БЛОК. Обобщение как принцип стилизации в декоративном рисовании**

В зависимости от выбранного метода обобщения стилизация может идти или по пути предельного упрощения и доведения до геометрических символов, или, наоборот, может рождаться на плавной, «тягучей» пластике силуэта предмета. Мы остановились на двух основных (и более доступных для школьников) способах формообразования при выполнении стилизации – это геометрический и пластический.

При выполнении заданий и упражнениях данного блока использовались различные способы художественного обобщения (типизация, индивидуализация, гиперболизация), методы стилизации (метод «совершенных форм» или «симметрия»; метод «последовательных трансформаций»). При этом особое внимание учащихся было направлено на преобразование формы, пропорций, конструкции, объема и пространственных отношений при переходе от натурального изображения к стилизованному.

**Задание 1. Геометрический способ формообразования при выполнении стилизации**

Данное задание было направлено на развитие умений учащихся видеть геометрическую основу в объектах действительности и грамотно передавать ее при переходе от натурального изображения к выполнению стилизации. Стилизация выполняется путем обобщения и упразднения деталей и выявления наиболее характерного в объектах и явлениях окружающей действительности. За основу обобщения необходимо брать геометрические формы с динамикой линий и конкретными цветовыми сочетаниями, наполняя их упрощенным геометрическим декором.

Используя геометрический способ формообразования, учащиеся учились представлять разные объекты изображения в виде сочетания различных прямоугольников, квадратов, трапеций и других неправильных геометрических фигур прямолинейных очертаний.

**Задание 2. Пластический способ формообразования при выполнении стилизации**

При выполнении стилизации пластическим способом формообразования изображение должно строиться на плавной, «тягучей» пластике силуэта предмета и на введении такого же типа декора,

с использованием нежных пастельных цветовых сочетаний и мягкого, ненавязчивого рисующего контура. Поэтому данное задание было направлено на развитие умения учащихся преобразовывать объекты действительности, используя пластику линий при переходе одной формы в другую.

При выполнении этого задания учащиеся приучались следовать основному принципу формообразования для создания выразительного декоративного образа – усилению соответственно характера изображаемого объекта всех типических особенностей его формы и удалению или ослаблению частного и случайного, используя различные способы художественного обобщения и методы стилизации для создания выразительных декоративных образов.

В процессе выполнения данного задания учащиеся осознали то, что стилизованному изображению, выраженному в криволинейной пластике, будет соответствовать сочетание различных овалов, сфер и других неправильных округлых фигур, составляющих форму даже сложных объектов действительности.

Наблюдение за процессом работы учащихся показало, что выполнение упражнений данного блока способствовало развитию у учащихся наблюдательности, аналитико-синтетической деятельности, способностей видеть и передавать наиболее характерное и типичное в объектах действительности, используя различные способы формообразования при выполнении стилизации заданного объекта действительности.

**ЧЕТВЕРТЫЙ БЛОК.** *Обобщение как принцип формообразования при выполнении стилизации для изделий декоративно-прикладного характера*

Данный блок заданий был направлен на повышение уровня сформированности знаний и навыков учащимися в овладении приемами стилизации при взаимосвязи натурального и декоративного рисования в процессе создания изделий декоративно-прикладного характера из различных материалов, свойственных белорусскому народному искусству.

При разработке декоративного рисунка будущего изделия обобщение и упрощение осуществляется с учетом эстетических требований в духе сложившихся художественных традиций и особенностей материала, из которого будет изготавливаться изделие. Поэтому отделить обобщение, упрощение формы от материала невозможно, так как в процессе формообразования именно материал «подсказывает» и «определяет» ту или иную степень обобщения формы в процессе создания декоративного образа. Подсказывая и определяя степень обобщения формы, материал как бы «закладывает» основные принципы стилизации.

В зависимости от применяемого материала стилизация может быть направлена как на плоскостное решение декоративного образа, так и на объемное. Основную массу традиционных изделий белорусского народного искусства составляют работы плоскостного характера. Однако при работе с такими природными материалами, как глина, дерево, соломка, кроме плоскостного, используется и объемное решение декоративного образа, которое подразумевает иные способы формообразования при выполнении стилизации. Поэтому наша задача состояла в том, чтобы познакомить учащихся с различными способами преобразования натурального образа в декоративный при выполнении эскиза изделия декоративно-прикладного характера с учетом используемого материала.

Исходя из того, что каждый материал имеет свои особые природные качества, которые применяются при его обработке и в известной мере определяют особенности и принципы формообразования при выполнении стилизации, задания этого блока мы разделили по разделам, связанным с использованием различных материалов (глина, дерево, соломка) и техник изготовления («малеванка», «вытинанка», «вышиванка»), наиболее характерных для белорусского народного искусства.

### **Задание 1.** *Принципы стилизации при работе с глиной*

При выполнении данного задания учащиеся должны были использовать принципы формообразования и особенности стилизации, заложенные в традициях белорусской народной керамики при изготовлении изделий объемного и плоскостного характера. В связи с этим задания были разделены на две группы: создание глиняной игрушки и изготовление керамического панно.

При создании глиняной игрушки учащиеся должны были выполнить традиционные и простые по форме, без лишних деталей, но в то же время передающие самое существенное, типичное в изображаемом образе, что характерно для белорусской глиняной игрушки [4; 5].

При изготовлении керамических панно учащимися должны были учитываться особенности плоскостного решения композиции, единство свойств материала и замысла, соответствие формы и содержания.

**Задание 2. Принципы стилизации при работе с деревом**

Изделия из дерева выполнялись учащимися в виде объемных скульптур малой формы и изделий плоскостного характера (резные доски, декоративные панно). Перед учащимися при выполнении стилизации стояла задача выбора способа формообразования для плоскостного и объемного решения декоративного образа.

Учащиеся при создании изделий малой скульптурной формы из дерева должны были придерживаться национальных традиций формообразования (простота образа и обобщенность формы), а при выполнении стилизации создавать декоративные образы на основе отбора наиболее характерного и типичного в форме изображаемого объекта.

При создании изделий плоскостного характера (резные доски, декоративные панно) современные белорусские мастера, стремясь к реалистичному отображению действительности, активно используют в своих мотивах стилизованное изображение силуэтов птиц и животных [6]. Поэтому при создании таких изделий учащиеся должны были использовать характерную профильную трактовку формы, условность и обобщенность образа.

**Задание 3. Принципы стилизации при работе с соломкой**

В процессе выполнения данного задания учащиеся использовали разнообразие пластических качеств соломки, традиционные способы формообразования при изготовлении декоративных скульптурных форм традиционно-обрядового характера – кукол и при изготовлении декоративных панно в традиционной для белорусского народного искусства технике – «аппликация из соломки».

На основе традиционных способов формообразования при выполнении фигуры человека из соломки учащимися изготавливались соломенные куклы, которые должны были быть выполнены в полном соответствии с канонами белорусского народного искусства, то есть предусматривать предельное обобщение и упрощение формы изображаемого объекта [7; 8].

При изготовлении панно в технике «аппликация из соломки» учащимися должно было учитываться традиционное композиционное и орнаментальное решение, которое включает строгое ритмическое повторение элементов и равномерное симметричное расположение.

**Задание 4. Принципы стилизации при работе в технике «маляванка»**

При выполнении заданий в технике «маляванка» перед учащимися стояла следующая задача: применение традиционных композиционных схем построения, сюжетов и принципов стилизации, характерных для изделий в технике «маляванка». При выполнении стилизации учащиеся должны были использовать плоскостное решение декоративного образа, локальные цвета, орнаментальную кайму и глубокий черный цвет фона [9].

**Задание 5. Принципы стилизации при работе в технике «вытинанка»**

При выполнении данного задания учащимся необходимо было применять разнообразные приемы стилизации, композиционные принципы построения, традиционные мотивы и узоры при выполнении декоративной работы в технике «вытинанка», а также характерные для белорусских вырезок из бумаги ритмическое повторение элементов, их равномерное симметричное расположение на плоскости круга, квадрата и прямоугольника [10; 11].

При выполнении работы в технике «вытинанка» учащиеся использовали один из методов стилизации – метод «совершенных форм», или «симметрии», являющийся основным в процессе формообразования при изготовлении «вытинанки».

Принцип построения изображения в «вытинанке» – это силуэтное решение. Совокупность выразительных средств, используемых в силуэте, подталкивает к осознанной, целенаправленной работе над стилизацией. Поэтому внимание учащихся при выполнении работы в технике «вытинанка» было направлено на поиск наиболее характерных признаков изображаемого объекта с целью создания выразительного декоративного силуэта.

**Задание 6. Принципы стилизации при работе в технике «вышивка»**

В декоративных мотивах современной белорусской вышивки параллельно сосуществуют полурелистическая манера стилизации и условно-геометрическая стилизация форм объектов действительности [12]. Однако в большинстве своем мотивы белорусской народной вышивки носят геометрический характер.

Применяя геометрический способ формообразования при выполнении стилизации, учащиеся должны были создать оригинальные и выразительные образы, используя традиционные белорусские мотивы и схемы построения.

Анализ практических работ показал, что выполнение упражнений данного блока повлияло на развитие умений учащихся отбирать главные, существенные черты природы и подчинять выразительные средства и возможности материала при создании декоративного образа.

Для проверки эффективности разработанной методики были выделены контрольные группы (КГ) и экспериментальные группы (ЭГ). В контрольных группах обучение проводилось учителями по традиционной программе, в экспериментальных – по специально разработанной методике обучения.

Для определения динамики было проведено анкетирование учащихся и выполнен сравнительный анализ работ учащихся экспериментальных и контрольных групп.

Сравнительный анализ результатов анкетирования показал следующие результаты: высокий уровень теоретических знаний в области обобщенного видения и декоративного рисования у учащихся ЭГ – 18%, у учащихся КГ – 5%; средний уровень у учащихся ЭГ – 67%, у учащихся КГ – 58%; низкий уровень у учащихся ЭГ – 15%, у учащихся КГ – 37%.

Сравнительный анализ практических работ учащихся выявил следующие результаты: высокий уровень практических умений и навыков владения приемами стилизации у учащихся ЭГ – 12%, у учащихся КГ – 6%; средний уровень практических умений и навыков владения приемами стилизации у учащихся ЭГ – 59%, у учащихся КГ – 46%; низкий уровень практических умений и навыков владения приемами стилизации у учащихся ЭГ – 29%, у учащихся КГ – 48%.

**Заключение.** Разработанная и научно обоснованная экспериментальная методическая система последовательных, взаимодополняющих заданий и упражнений, направленных на эффективное овладение приемами стилизации при взаимосвязи натурального и декоративного рисования, в рамках нашего исследования рассматривается как целостная система художественного развития личности школьника при изучении дисциплин изобразительного цикла в общеобразовательных школах с художественно-эстетическим уклоном. Результаты данного исследования можно использовать в системе основного и дополнительного художественного образования: в общеобразовательных школах, в художественных школах, школах искусств, в работе творческих объединений внешкольной работы (студиях, кружках и т.д.), в системе непрерывного художественного образования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ли, Н.Г. Основы академического рисунка / Н.Г. Ли. – М.: Эксмо, 2009. – 480 с.
2. Шембель, А.Ф. Основы рисунка / А.Ф. Шембель. – М.: Высш. шк., 1994. – 159 с.
3. Волков, Н.Н. Восприятие предмета и рисунка / Н.Н. Волков. – М.: АПН РСФСР, 1950. – 508 с.
4. Гаўрылаў, В.Г. Беларуская кераміка / В.Г. Гаўрылаў. – Мінск: Беларусь, 1984. – 176 с.
5. Ржавуцкі, М.С. Беларуская гліняная цацка / М.С. Ржавуцкі. – Мінск: Полымя, 1991. – 142 с.
6. Сахута, Я.М. Беларускаяе народнае мастацтва / Я.М. Сахута. – Мінск: Беларусь, 2011. – 287 с.
7. Лобачевская, О.А. Плетение из соломки / О.А. Лобачевская. – М.: Культура и традиции, 2000. – 208 с.
8. Шкут, Н.Н. Белорусские художественные промыслы: изделия из соломки и лозы / Н.Н. Шкут. – Минск: Наука и техника, 1985. – 158 с.
9. Починова, Н.В. Белорусская народная декоративная роспись / Н.В. Починова. – Минск: Высш. шк., 2005. – 174 с.
10. Коваленко, В.И. Искусство вытинанки: пособие для учителей общеобразовательных учреждений / В.И. Коваленко. – Минск: Беларусь, 2007. – 118 с.
11. Сахута, Я.М. Беларуская выцінанка / Я.М. Сахута. – Мінск: Беларусь, 2008. – 232 с.
12. Фадзеева, В.Я. Беларуская народная вышыўка / В.Я. Фадзеева. – Мінск: Навука і тэхніка, 1991. – 199 с.

### REFERENCES

1. Lee N.G. *Osnovi akademicheskogo risunka* [Basics of Academic Drawing], M., Eksmo, 2009, 480 p.
2. Shembel A.F. *Osnovi risunka* [Basics of Drawing], M., Vysshaya shkola, 1994, 159 p.
3. Volkov N.N. *Vospriyatiye predmeta i risunka* [Perception of the Object and the Drawing], M., APN RSFSR, 1950, 508 p.
4. Gaurylau V.G. *Belaruskaya keramika* [Belarusian Ceramics], Mn., Belarus, 1984, 176 p.
5. Rzhavutski M.S. *Belaruskaya glinianaya tsatska* [Belarusian Clay Toys], Mn., Polymia, 1991, 142 p.
6. Sakhuta Ya.M. *Belaruskaya narodnaye mastatstva* [Belarusian Folk Art], Mn., Belarus, 2011, 287 p.
7. Lobachevskaya O.A. *Pleteniye iz solomki* [Straw Work], M., Kultura i traditsii, 2000, 208 p.
8. Shkut N.N. *Belarusskiye khudozhestvenniye promisli: (izdeliya iz solomki i lozy)* [Belarusian Crafts: (Straw-work)], Mn., Nauka i tekhnika, 1985, 158 p.
9. Pochinova N.V. *Belarusskaya narodnaya dekorativnaya* [Belarusian Folk Decorative], Mn., Vysshishaya shkola, 2005, 174 p.
10. Kovalenko V.I. *Iskusstvo vytinanki: posobiye dlia uchitelei obsheobrazovatelnykh uchrezhdenii* [The Art of Vytinanka: School Teacher's Manual], Mn., Belarus, 2007, 118 p.
11. Sakhuta Ya.M. *Belaruskaya vytinanka* [Belarusian Vytinanka], Mn., Belarus, 2008, 232 p.
12. Fadzeyeva V.Ya. *Belaruskaya narodnaya vyshiuika* [Belarusian Folk Needlework], Mn., Navuka i tekhnika, 1991, 199 p.

Поступила в редакцию 23.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: elena.vit@mail.ru – Соколова Е.О.

## Метапринципы этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы

А.П. Орлова

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

*Унифицирующие процессы глобализации разрушающе воздействуют на этнокультуру и формирование нравственно-ценностных ориентиров личности, что создает угрозу национальной безопасности и сохранению человеческого рода. В поиске путей разрешения данной проблемы ученые и общественность приходят к пониманию приоритетности этнопедагогизации образования на основе гуманных традиций народной педагогики, что проецирует внимание на этнопедагогическую подготовку специалистов социальной сферы.*

*Цель статьи – определение основных принципов этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.*

**Материал и методы.** Материалом послужили работы известных просветителей, отечественных и зарубежных ученых по проблеме этнокультурного образования и этнопедагогической подготовки. Основной метод – метод научного этнопедагогического исследования.

**Результаты и их обсуждение.** В статье представлен авторский взгляд на проблему принципов этнопедагогической подготовки. Выделены принципы, которыми следует руководствоваться в процессе этнопедагогической подготовки, среди которых возможно считать ведущими (метапринципами) следующие: огосударствление на планетарном и региональном уровне приоритетности сохранения и возрождения народного творчества и народной педагогики; гуманистический; культурологический; палкультурности; преемственности народной и научной педагогики.

**Заключение.** В этнопедагогической подготовке приоритетными и определяющими являются принципы, способствующие формированию этнической идентичности и этнической толерантности личности в условиях этнокультурного образования и этнопедагогизации.

**Ключевые слова:** этнопедагогика, принципы этнопедагогической подготовки, этнокультурное образование, этнопедагогизация.

## Metaprinciples of Ethnopedagogical Training of Social Sphere Specialists

A.P. Orlova

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

*Unifying processes of globalization have destructive impact on ethnic culture and shaping personality moral values, which threatens national security and preservation of human race. Searching ways to solve the problem scholars and public come to understanding the priority of attaching ethnopedagogical character to education on the basis of humane traditions of folk education; this focuses on ethnopedagogical training of social sphere workers.*

*The purpose of the article is identification of basic principles of ethnopedagogical training of social sphere specialists.*

**Material and methods.** The material was works by outstanding enlighteners, domestic and foreign scholars in ethnocultural education and ethnopedagogical training. The basic method is the method of scientific ethnopedagogical research.

**Findings and their discussion.** The author's idea of the issue of ethnopedagogical training principles is presented in the article. The following leading principles (metaprinciples) of ethnopedagogical training have been singled out: global and regional level of state priority of preservation and revival of folk creativity and folk education, the humanistic, the cultural, the political cultural, continuity of folk and scientific education.

**Conclusion.** In ethnopedagogical training the leading and decisive are principles which promote shaping ethnic identity and ethnic tolerance of the personality in the conditions of ethnocultural education.

**Key words:** ethnoeducation, principles of ethnopedagogical training, ethnocultural education, ethnoeducation process.

**И**сследуя проблему образования и воспитания в современном мире, ученые приходят к выводу, что ее решение имеет четко выраженную этнопедагогическую направленность. Этнопедагогика как важнейший феномен культуры существенно влияет на формирование этнической идентичности и этнической толерантности личности, нравственное оздоровление общества, что

обуславливает возможность сохранения человеческого рода и, соответственно, актуализирует проблему этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.

Цель статьи – определение основных принципов этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.

**Материал и методы.** Материалом послужили труды отечественных и зарубежных ученых по проблеме этнокультурного образования, этнопедагогизации, этнопедагогической подготовки и принципов, определяющих данный вид профессиональной деятельности в поликультурном социуме.

Использованы методы научного этнопедагогического исследования теоретического уровня: историко-психолого-педагогический анализ и синтез; сравнение и обобщение, в том числе обработка и этнопедагогическая интерпретация библиографического указателя, представленного в *disserCat* (электронная библиотека диссертаций) [1].

**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. Вайгулт, 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 научных трудах названных авторов затрагивается проблема принципов этнопедагогической подготовки. Ученые признают принцип важным руководящим началом осуществления данного вида деятельности, однако однозначного понимания принципов, а тем более метопринципов в отношении этнопедагогической подготовки до сих пор не наблюдается.

В этнопедагогических диссертационных исследованиях определенное место отводится принципам этнопедагогической подготовки. Примером могут послужить фундаментальные труды, выполненные на рубеже веков на уровне докторских диссертаций по педагогическим наукам (М.Г. Харитонов, 1999; Д.Е. Иванов, 2000). В частности, с точки зрения интересующей нас проблемы, следует обратить внимание на исследование М.Г. Харитонова. Научный труд, посвященный теории и практике этнопедагогической подготовки учителя начальных классов национальной школы, раскрывает структуру и содержание теории этнопедагогической подготовки учителя. И здесь важно обратить внимание на то, что закладывает ученый в основание теории этнопедагогической подготовки: «Ядро (основание) теории составляют:

- сущность феномена “этнопедагогическая готовность”, представленная через синтез его содержания, структуры и назначения в системе этнопедагогической подготовки учителя начальных классов;
- идея этнопедагогической подготовки как непрерывного, управляемого теоретически обоснованного процесса развития этнопедагогической компетентности, этнопедагогического мышления и этнопедагогической культуры на основе изучения общекультурного, медико-биологического, психолого-педагогического и предметного блоков учебных дисциплин;
- понятийный аппарат, описывающий этнопедагогическую деятельность и этнопедагогическую подготовку;
- принципы этнопедагогической подготовки учителя начальных классов национальной школы: 1) личностной ориентации; 2) системности этнопедагогических знаний; 3) единства теории и этнопедагогической практики; 4) этнопедагогической направленности; 5) оптимизации и содержания; 6) интегративности; 7) преемственности» [2].

В это же время Д.Е. Иванов (2000), исследуя теорию и практику этнопедагогической подготовки социальных работников, в соответствии с конкретным видом профессиональной деятельности подчеркивает, что «процесс этнопедагогической подготовки социальных работников строится на принципах дифференциации, индивидуализации и диалогичности взаимодействия преподавателей и студ-

дентов, учета субъект-субъектных отношений между ними» [3, с. 15]. Раскрывая концептуальные основы этнопедагогической подготовки, исследователь отмечает «принципы организации системы этнопедагогической подготовки социального работника, основывающиеся на главенствующей идее – идее народности: личностной ориентации, системности этнопедагогических знаний, единства теории и этнопедагогической практики, этнопедагогической направленности, оптимизации содержания, интегративности, непрерывности, преемственности» [3, с. 15].

Современные этнопедагогические исследования диссертационного плана по-прежнему затрагивают проблему принципов этнопедагогической подготовки, однако для нашего исследования более значимыми является ряд статей научного плана. В частности, А.Ф. Дайкер в статье, посвященной этнопедагогической подготовке учителя, очень ярко показывает принципы этнопедагогической подготовки. Ученый отмечает: «Принципы организации этнопедагогической подготовки учителя:

1. Личностная ориентация, рассматриваемая как следствие гуманизации образования (создает условия для становления личности).

2. Системность этнопедагогических знаний.

3. Единство теории и этнопедагогической практики.

4. Этнопедагогическая направленность обучения на комплексные решения задач образования, воспитания обучаемых, выражающаяся в трех аспектах:

*образовательный аспект:*

– глубокое и прочное усвоение общекультурных медико-биологических, психолого-педагогических, предметных, этнопедагогических знаний, взятых в единстве и взаимосвязи;

– овладение комплексом этнопедагогических умений и опытом рациональной, учебно-этнопедагогической деятельности;

– умение выдвигать и грамотно решать этнопедагогические задачи;

*воспитательный аспект:*

– осуществление в процессе этнопедагогической подготовки умственного, нравственного, эстетического, трудового воспитания будущих учителей;

– формирование этнопедагогической культуры;

*развивающий аспект:*

– развитие этнопедагогических качеств учителя,

– развитие интеллектуальных способностей,

– развитие творческого этнопедагогического мышления, способности к этнопедагогической рефлексии и интериоризации» [4].

В.В. Борисов и Ю.В. Борисова предлагают в основу разработки модели этнопедагогической подготовки будущих учителей физической культуры закладывать следующие принципы:

«– научности, суть которого заключается в соответствии содержания этнокультурного образования уровню развития современной науки;

– систематичности, который предполагает создание такой структуры этнокультурного образования, на основе которой формируется стройная логическая система знаний, умений, навыков и личностных качеств;

– интеграции, определяющий взаимопроникновение и единство идей, целей и задач, элементов содержания и методики этнокультурного образования;

– этнопедагогической направленности обучения на комплексное решение задач образования, воспитания и развития обучаемых;

– деятельностного подхода, призванного содействовать максимально полному раскрытию творческого потенциала студентов, развитию у них потребности и способности к активной профессиональной самореализации» [5, с. 15].

Неоднозначность определения принципов этнопедагогической подготовки, а также глубокое знание предмета исследования (об этом свидетельствуют диссертационные исследования (А.П. Орлова, 1982; 1998): 6 монографий; опыт преподавания курса «Этнопедагогика», а также научное руководство рядом научных проектов на уровне межгосударственного взаимодействия и выполнения заданий в рамках Государственной программы научных исследований Республики Беларусь) позволяют нам предложить авторское видение принципов этнопедагогической подготовки.

Одним из определяющих принципов этнопедагогической подготовки является *огосударствление на планетарном и региональном уровне приоритетности сохранения и возрождения народного творчества и народной педагогики* в целях сохранения генетического кода человечества и обеспечения национальной безопасности общества. Этнопедагогические основы формирования личности закладываются посредством реализации целостной системы средств и методов народной педагогики, воплощенных в народном творчестве. Ценность сохранения народного творчества и фольклора как базовых констант, формирования этнокультурной личности подтверждается особым вниманием мировой общественности к народному творчеству и фольклору. В частности, ученые отмечают, что фольклор – один из ценностных конструктов, несущих в себе важнейшие этнические ментальные характеристики и общечеловеческие начала. Посредством фольклора возможно оказывать воспитательное воздействие на личность человека на всех этапах социализации, что позволяет рассматривать его в качестве важнейшего средства сохранения государственной безопасности общества. Важность и приоритетность фольклора в мировом сообществе подтверждает отношение к нему крупнейших международных организаций. В частности, ЮНЕСКО занимается проблемами охраны фольклора начиная с 1973 года. Соответственно, на государственном уровне решается вопрос о возрождении и сохранении фольклора, поскольку он обеспечивает сохранение этнической идентичности личности в поликультурном социуме. Появляются фундаментальные исследования, где научно обоснованно предлагается ввести систему идентификации и документации проявлений фольклора, позволяющую оберегать аутентичность и подлинность проявлений фольклора, а также научные труды, целью которых является обеспечение сохранности народного творчества, охраны традиционных знаний и генетических ресурсов (Н.Г. Пономарева, 2004; А.С. Цыбанова, 2009; М.Х. Шебзухова, 2002).

В соответствии с современными тенденциями приоритетности народной педагогики на уровне правительств Беларуси и России поддерживаются научные и образовательные программы, направленные на возрождение народно-педагогических традиций в поликультурном социуме, способствующие формированию этнической идентичности и этнической толерантности личности в поликультурном социуме. В частности, в Республике Беларусь особое внимание уделяется народной педагогике. Это четко определено Министерством образования Республики Беларусь, поставившим задачу перед учреждениями высшего образования, осуществляющими подготовку педагогических кадров, о введении, начиная с 2012–2013 учебного года, в педагогических вузах комплекса мероприятий по возрождению народной педагогики.

Глобализация, интервенция западной субкультуры, миграционные процессы, высветившие проблемы формирования этнической толерантности и этнической идентичности, реально повлияли на приоритетность этнопедагогизации образования в целях сохранения национальной безопасности общества. Это выдвигает в разряд приоритетных задач формирование личности на этнопедагогических основах. Ученые разных областей знаний издавна пытаются найти панацею в решении данной проблемы. Между тем на протяжении веков народ успешно достигал цели формирования личности на этнокультурной основе при помощи народной педагогики. Основоположник этнопедагогики как науки Г.Н. Волков подчеркивал, что «этнопедагогика изучает процесс социального взаимодействия и общественного воздействия, в ходе которого воспитывается, развивается личность, усваивающая социальные нормы, ценности, опыт; собирает и систематизирует народные знания о воспитании и обучении детей, народную мудрость, отраженную в религиозных учениях, сказках, сказаниях, былинах, притчах, песнях, загадках, пословицах и поговорках, играх, игрушках и пр., в семейном и общинном укладе, быте, традициях, а также философско-этические, собственно педагогические мысли и воззрения, т.е. весь педагогический потенциал, оказывающий влияние на процесс историко-культурного формирования личности» [6, с. 4].

Начиная с 80-х годов XX века проблема формирования личности в этнопедагогических исследованиях реализуется путем проведения специальных исследований идей и опыта воспитания в народной педагогике разных народов: адыгов (Б.Д. Увижева, 2007); балкарского народа (З.Ж. Кучукова, 2009); башкир (Ю.З. Кутлугильдина, 1984); белорусов (А.П. Орлова, 1998; Е.Л. Михайлова, 2009; И.С. Сычева, 2011; С.Г. Туболец, 2015); калмыков (С.А. Даваев, 2000; В.А. Довданов, 2007); марийцев (И.Ш. Александрова, 2003); осетин (И.И. Бирагова, 2001); русских (И.В. Абрашина, 2005; Л.Г. Андре-

ева, 2002; Т.Ю. Артюгина, 2004; Е.В. Белоусова, 1998; Т.И. Березина, 1998; Л.О. Володина, 2006; Е.В. Михайлина, 2014; Е.А. Рубец, 2012; Фетисова, 2004); таджиков (А. Умаров, 1998); ханты и манси (А.Б. Григорян, 1998); чеченцев (Р.М. Эхаева, 2009); народов Дагестана (Р.И. Омарова, 1998); народов Северного Кавказа (М.Ж. Зангиева, 2010). В местах компактного проживания разных народов акцент делается на комплексное исследование народных педагогических традиций народов с целью использования положительного опыта в решении современных педагогических задач в области воспитания. Исследуется преемственность народной и научной педагогики в формировании положительных личностных качеств детей в семье (Бибишафиза Маджиддова, 2004); младших школьников (Е.В. Белоусова, 1998; Е.В. Номогоева, 2003; И.В. Абрашина, 2005); подростков (Т.В. Емельянова, 1986; О.П. Фетисова, 2004; А.Б. Григорян, 1998; З.Ж. Кучукова, 2009); старшекласников (Р.И. Омарова, 1998); во внеучебной деятельности (А. Умаров, 1998; Н.Т. Абидова, 2010).

Проведенный анализ диссертационных работ, подготовленных российскими и белорусскими учеными, свидетельствует о том, что в настоящее время проблема формирования этнической идентичности личности как никогда актуальна и имеет самую прямую связь с народной педагогикой. Это подтверждают многочисленные исследования представителей разных отраслей знаний, выполненные на уровне диссертаций: философия (Л.Н. Евсеева, 2009; Т.А. Юдина, 2013); психология (Е.В. Беляева, 2005; Р.В. Борисов, 2007; Э.Т. Уталиева, 1995; Т.Н. Стефаненко, 1999); педагогика (М.В. Абдрахманова, 2004; С.В. Иванова, 2011; С.А. Герасимов, 2004; М.И. Корякина, 2002; О.Н. Костюшина, 2009; А.А. Мирзаянов, 2006; О.С. Михайлова, 2010; М.М. Никеева, 2006; М.А. Чистякова, 2007).

Место народной педагогики в контексте формирования этнической идентичности личности рассматривается в научных трудах в области философских наук (В.А. Вакаев, 2002). В частности, раскрытию потенциала народной педагогики, с точки зрения формирования представлений об этнической идентичности личности, способствуют отдельные диссертационные исследования, касающиеся разных сторон русской народной педагогики: трудовое воспитание (Т.И. Березина, 1991 (исторические науки)); Л.Г. Андреева, 2001 (педагогические науки)); духовное воспитание (С.И. Тарасова, 2003; Е.А. Рубец, 2012); воспитание толерантности (С.А. Герасимов, 2004).

Существенное место в этом процессе занимает фольклор как важнейший элемент народной педагогики и неотъемлемая часть родного языка, отражающего портрет народа, т.е. представления об этнической принадлежности личности. Вышесказанное проецирует внимание ученых на проблему формирования этнической идентичности детей и подростков средствами фольклора. Многие исследования раскрывают потенциальные возможности использования фольклора в разных сферах деятельности человека (В.А. Владимирова, 2013; Г.А. Барташевич, 1974; В.И. Климов, 2013). Особое внимание сосредоточено на изучении воспитательной ценности фольклора при работе с детьми младшего школьного возраста как наиболее сензитивного возраста для его восприятия (М.В. Абдрахманова, 2004; Т.Х. Ахмадова, 2011; С.В. Иванова, 2011; О.Н. Костюшина, 2009; О.С. Михайлова, 2010). Среди исследований можно отметить работы, непосредственно касающиеся изучения психолого-педагогического воздействия отдельных видов фольклора на нравственное воспитание детей младшего школьного (С.А. Герасимов, 2004; М.И. Корякина, 2002; А.А. Мирзаянов, 2006; Б.С. Найденов, 1954; М.М. Никеева, 2006), а также на формирование этнической идентичности младших школьников (Е.В. Беляева, 2005).

Тесным образом с проблемой формирования этнической идентичности связана проблема формирования этнической толерантности личности. Согласно принятой ЮНЕСКО «Декларации Мехико по политике в области культуры» определяющим типом межкультурного образования в современном мире признаны отношения взаимодействия и взаимообогащения. Это согласуется с международными и государственными документами, ориентирующими на формирование толерантности в поликультурном социуме (см., например, «Декларации принципов терпимости» ООН, «Программы по толерантности» ЮНЕСКО, Национальной стратегии содействия становлению гражданского общества «Формирование установок толерантного сознания и профилактика экстремизма в российском обществе», национальная доктрина образования в Российской Федерации до 2025 года). Важнейшей задачей образования XXI века становится подготовка человека к жизни в поликультурном мире. В связи с этим значимым и своевременным является объединение усилий ученых и практиков в решении проблемы формирования культурно-толерантной личности в поликультурной среде. В русле назван-

ного подхода перспективным в образовании можно рассматривать формирование этнической толерантности и этнопедагогической подготовки специалистов социальной и образовательной сфер.

В первом десятилетии нового века выходит ряд работ методологического характера, рассматривающих толерантность в системе ценностно-целевых приоритетов образования (Б.С. Гершунский, 2002), определяющих место толерантности в пространстве образования (Г. Ахкиямова, 2008), выдвигающих проблему формирования толерантности личности в разряд стратегических задач образования (А.Д. Вислова, 2008). Этническая толерантность, которую в широком смысле слова следует понимать как наличие позитивного отношения к собственной и иной культуре, является одной из важнейших характеристик межэтнических отношений. Проблема формирования этнической толерантности находится в сфере интересов представителей разных областей знаний. Значимый вклад в исследование проблемы этнической толерантности и идентичности внесли работы современных ученых разных отраслей знаний (А.Г. Асмолов, В.В. Гриценко, Н.М. Лебедева, А.А. Мирзаянов, Г.У. Солдатова, Е.Г. Стефаненко, Л.А. Шайгерова, Е.Н. Третьякова, Т.А. Губарева, Л.А. Лукаш, М.А. Викулина).

Следует обратить внимание на этнопедагогические исследования, где в качестве столпа формирования этнической толерантности выступает народная педагогика. Только в начале XXI века стали появляться специальные исследования, касающиеся отдельных вопросов воспитания этнической толерантности подрастающего поколения на основе народной педагогики (Г.Н. Волков, З.Г. Нигматов, Р.А. Низамов, Р.Г. Сибгатуллин, Я.И. Ханбиков, Р.Х. Шаймарданов). Среди фундаментальных исследований, затрагивающих эту проблему, следует назвать диссертации С.А. Герасимова (2004), останавливающего внимание на педагогических средствах воспитания толерантности у детей младшего школьного возраста (акцентируя внимание на устном народном творчестве, ученый включает данное средство народной педагогики в классификацию системы педагогических средств воспитания толерантности младших школьников), и А.А. Мирзаянова (2006), рассматривающего воспитание этнической толерантности учащихся средствами народной педагогики.

Одним из определяющих принципов этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы является **принцип культуросообразности**. В основу современной модели социально-педагогического образования закладывается культурологический подход, предполагающий реализацию гуманистической установки в понимании социальной функции человека. Культурологический метапринцип означает включение в контекст содержания социально-педагогического образования структуры культуры в различных ее проявлениях, прежде всего духовной. 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.

**Метапринцип культуросообразности проявляется в реализации этнокультурного образования и этнокультурной коннотации.** В диссертационных исследованиях этнокультурное образование рассматривается как детерминанта личностного развития личности (Е.А. Ангархаева, 2003); стратегии этнокультурного образования в регионе в целом (напр., российское образование – В.К. Шаповалов, 1997; образование в Казахстане – М.Е. Ержанов, 1999) и непосредственно применительно к детям дошкольного (Е.С. Бабунова, 2009) и школьного (Ж.Ж. Наурызбай, 1997) возраста; теоретические основания и педагогические условия этнокультурного образования в условиях поликультурного социума (А.П. Елисеева, 2008; Е.Н. Кергилова, 1999; Р.Х. Кузнецова, 2005; И.В. Малиновский, 2004; Т.К. Солодухина, 2005; О.А. Третьяков, 2002). Среди исследований, посвященных этнокультурному образованию, выделяются работы, касающиеся формирования этнокультурной компетентности педагога (Н.Г. Арзамасцева, 2000; С.Б. Серякова, 2002; С.Н. Федорова, 2006).

Ситуация в поликультурном мире, высветившая проблему формирования этнокультурной личности и актуализировавшая возрождение гуманных традиций народной педагогики в системе образования, привела к появлению трудов методологического характера в области **этнокультурной коннотации**. Исследования методологического характера касаются проектирования национально-

региональных образовательных систем на основе принципа этнокультурной коннотации (А.Б. Паныкин, 2002) и управления деятельностью учителя по внедрению этнокультурной коннотации образования (Е.Н. Ненькина, 2006); Проведенные исследования позволяют ученым утверждать, что «этнокультурная коннотация детерминирована этнопедагогическими традициями, обладающими мощным гуманистическим потенциалом, воплощенным в этнокультурном опыте, идеалах, народной педагогике – неотъемлемой части этнокультуры... Единый этнокультурный опыт, зафиксированный в этнокультурных традициях, ориентирован прежде всего на воспроизведение единой этнической картины мира, на собственную культуру и ценности, идеалы и традиции, интересы и верования, опыт и нормы, закрепленные в языке» [7, с. 13, 15].

Исследователи отмечают, что в процессе **этнонаправленного образования**, воспитания и обучения происходит становление механизмов этнической идентификации, посредством которых формируется этническая идентичность как базовое качество личности (М.А. Чистякова (2007). При разработке концепции этнокультурного образования детей ученые останавливают внимание на важнейших стратегических принципах, где выделяют **«принцип этнопедагогизации образовательной среды на основе регионализации-районирования содержания этнокультурного образования»** (Е.С. Бабунова, 2009).

Этнопедагогизация выступает в качестве неотъемлемого принципа, определяющего 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 исследований, непосредственно касающихся этнопедагогизации (о них мы говорили выше). Среди них выделяется исследование М.Б. Кожановой (1999), посвященное подготовке студентов факультета дошкольной педагогики и психологии к этнопедагогизации процесса воспитания детей.

Качественно новый уровень понимания этнообразования в поликультурной среде наблюдается в современных условиях. Этнопедагогическая подготовка в контексте этнообразования и этнопедагогизации в системе этнопедагогической подготовки – формирование этнической идентичности и этнокультурной толерантности. **Одним из ведущих методологических принципов является принцип поликультурности**, что актуализирует **взаимосвязь и взаимодействие полиэтнического и поликультурного образования**. **Принцип поликультурности и диалоговый подход к культуре** позволяют разработать механизм проектирования поликультурного пространства, воссоздающего национальные культуры на основе принципа преемственности, т.е. взаимосвязи и взаимодействия культур. Поликультурность образовательного пространства при этом становится средой непрерывного формирования нравственного здоровья социума, где главным является формирование культурно-толерантной личности.

Проблема формирования этнической идентичности и толерантности личности в поликультурной среде предполагает пристальное внимание ученых-исследователей к **регионализации** этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы. В условиях поликультурного мира и диалогового подхода к образованию появилась потребность сочетания традиционной и личностно ориентированной парадигмы. Такой подход актуализировал проблему регионализации образования: реальная потребность разработки данной проблемы сфокусировала внимание педагогов-исследователей на вычлениении ее в разряд приоритетных проблем современности.

Определяя понятийно-терминологический аппарат исследования регионализации образования, ученые особое внимание обращают на необходимость построения системы образования и этнопедагогической подготовки с учетом индивидуальной профессионально-личностной траектории в соответствии с особенностями региона и общей установкой на построение образования на основе социального заказа общества. При этом акцент делается на социально-педагогическом аспекте, включающем этнопедагогический компонент, перспективный в свете лично-ориентированного направления развития человека в современном обществе, а следовательно, на формирование культурно-толерантной личности в поликультурном социуме. Таким образом, мы можем рассматривать **формирование индивидуальной профессиональной траектории становления будущего специалиста с акцентом на этнопедагогический блок** в качестве одного из принципов этнопедагогической подготовки специалистов социальной сферы.

**Личностно ориентированный подход** в сочетании с гуманитаризацией образования в контексте социально-педагогического аспекта определяет вектор **региональной** интерпретации образовательного пространства. Традиционное понимание образовательного пространства сводилось к тому, что это определенная траектория или линия, по которой должно осуществляться нормативное движение ученика. В рамках новой образовательной парадигмы ученые, в соответствии с социальным заказом общества, рассматривают образовательное пространство как место в социуме, где субъективно задаются множество отношений и связей, осуществляется специальная деятельность определенных систем по развитию личности и ее социализации. В этом ключе понимается и формирование этнической толерантности.

Заковость обращения к новому толкованию образовательного пространства определяется целым рядом обстоятельств: динамикой социальной ситуации (новой социально-культурной, в том числе образовательной политикой), ценностно-нормативной неопределенностью и переоценкой ценностей (размытостью нравственного идеала, отсутствием нравственного стержня у отдельных представителей современной молодежи), внедрением западных ценностей и моделей развития, стихийностью целеполагания педагогической деятельности и адекватной сложившейся ситуации стратегией образования. Здесь представлен ряд социально-педагогических условий, ставших факторами, стимулирующими реализацию понятия «образовательное пространство» в педагогическую науку и практику. В процессе этнопедагогической подготовки особо значимым является **формирование пространства этнопедагогизации**, которое следует понимать как «пространство, в котором создаются все необходимые условия и проводится целенаправленный процесс формирования этнокультурной личности с использованием традиционных методов народного воспитания. Рассмотрение идеи образовательного пространства в контексте этнопедагогики акцентирует внимание ученых на особенностях социокультурных условий, в которых осуществляется личностное и профессиональное развитие человека, формируются его специфические качества. Такой подход согласовывается с потребностью вхождения в мировое образовательное пространство на основе принципов поликультурности и диалога культур и определяет приоритетность формирования культурно-толерантной личности в пространстве этнопедагогизации.

Выделяя «системообразующие» принципы образования, В.В. Краевский, которого справедливо можно назвать одним из ведущих методологов современности (в русле идей Я.А. Коменского, К.Д. Ушинского и других прогрессивных зарубежных и отечественных педагогов), «главным принципом», «главным направлением», «абсолютным приоритетом» определяет гуманизацию образования [8]. Руководство **метaprинципом гуманизации** следует рассматривать в качестве неотъемлемой характерной черты этнокультурного образования и этнопедагогической подготовки. В современных условиях обновление общественных отношений закономерно и неизбежно повлекло за собой изменение духовно-нравственных ориентиров и идеалов. В сознании людей происходит переоценка нравственно-эстетических ценностей, возвращение к историческим духовно-нравственным истокам, что дает возможность изучения этнопедагогики, акцентирующей внимание на нравственной основе народной педагогики. Формирование вечных общечеловеческих ценностей, делающих личность духовно богатой, внутренне свободной, независимой и одновременно социально зрелой, ответственной и дисциплинированной, объективно должно быть поставлено в центр внимания этнопедагогиче-

ской подготовки, характеризующей нравственный аспект. При всей значимости образованности человека особая роль в формировании профессионализма принадлежит личностному становлению специалиста, его духовности, способности проявлять сострадание, милосердие, доброту, соблюдать нравственные принципы, обладать внутренним ценностным потенциалом. Все это предполагает акцентирование внимания на народной педагогике в системе этнопедагогической подготовки. Главными регуляторами нравственности в народной педагогике выступают, как мы знаем, совесть, общественное мнение и Бог. Обращение к народному нравственному идеалу, моральному кодексу народа, закреплённому в устной форме в особых видах фольклора, позволяет сформировать высоконравственные личностные качества специалиста социальной сферы. Таким образом, в русле **метапринципа гуманизации** возможно выделить **принцип опоры на прогрессивные идеи и опыт народной педагогики**, реализующий в условиях современного общества идею народности воспитания, нашедшую свое воплощение в трудах известных просветителей разных времен и народов (Я.А. Коменский, К.Д. Ушинский, В.А. Сухомлинский).

Одним из важных принципов этнопедагогической подготовки выступает **преемственность народной и научной педагогики**, рассматриваемая нами как составная часть культурно-исторической преемственности. Идея преемственности народной и научной педагогики заложена в исследованиях Н.Б. Бугаевой, И.Б. Гашимова, Н.Б. Битиевой, А.А. Данилова, З.М. Магомедовой, З.Г. Нигматова, А.П. Орловой, М.И. Стельмаховича. Концепция преемственности народной и научной педагогики была выдвинута в диссертационном исследовании А.П. Орловой (1998). Данную концепцию следует рассматривать как взаимосвязь и взаимодействие народной и научной педагогики, которые в целом представляют собой общую педагогику. При этом следует учитывать, что преемственность народной и научной педагогики осуществляется через посредство равнозначных структур. Так, теория воспитания народной педагогики находится во взаимосвязи и во взаимодействии с научной педагогической теорией воспитания, воспитательная практика народной педагогики соотносится с воспитательной практикой научной педагогики. Взаимосвязь и взаимодействие народной и научной теории воспитания осуществляется через посредство таких компонентов, как цель, содержание, формы, средства, методы воспитания. Сегодня народную и научную педагогику рассматривают уже не только как синтез, но и как определенный симбиоз педагогического знания: современные концепции воспитания и образования в свою основу закладывают народную педагогику.

**Огосударствление на планетарном и региональном уровне приоритетности сохранения и возрождения народного творчества и народной педагогики, гуманистический, культурологический метапринципы** следует рассматривать в контексте **синергетического метапринципа**. Он объединяет и определяет акцент на этнокультурном образовании и этнопедагогизации. Это обусловлено прежде всего тем, что синергетический метапринцип является ключом к решению современной проблемы образования. Общество находится в поиске выхода из глобального кризиса, в первую очередь в области духовности, философии социального устройства. В данных условиях этнопедагогическая подготовка на основе вышеназванных принципов может выступать одним из столпов синергетической модели дальнейшего цивилизационного развития общества. В этом плане следует рассматривать вышеназванные метапринципы и принципы в контексте заявленной проблемы исследования.

**Заключение.** Этнопедагогическую подготовку определяет ряд основных принципов: огосударствления приоритетности возрождения народной педагогики; культуросообразности с опорой на этнокультурное образование и этнокультурную коннотацию; единства этно- и поликультурности; этнопедагогизации; опоры на прогрессивные идеи и опыт народной педагогики, в основании которого заложена идея народности воспитания; гуманизации, с акцентом на нравственные константы в народной педагогике, закреплённые в языке и фольклоре; преемственности народной и научной педагогики; формирования индивидуальной образовательной траектории будущего специалиста с учетом этнопедагогического компонента.

**Синергизм вышеназванных принципов** проявляется в духовно-нравственном самосовершенствовании объектов и субъектов в системе этнокультурного образования и этнопедагогизации. Это дает возможность гармонично строить этнопедагогическую подготовку специалистов социальной сферы исходя из высокогуманных основ этнокультуры и общечеловеческих ценностей. Прогнозируе-

мый результат подобного взаимодействия – возможность формирования самодостаточного, самоорганизующегося, саморазвивающегося, самосовершенствующегося специалиста. Главное достоинство этнопедагогической подготовки специалиста социальной сферы в свете синергетического подхода – формирование личностных и профессиональных качеств, позволяющих на этнокультурной основе органически войти в мировую цивилизацию и культуру.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы, размещенные в научной электронной библиотеке диссертаций и авторефератов Российской Федерации (disserCat – электронная библиотека диссертаций).
2. Харитонов, М.Г. Теория и практика этнопедагогической подготовки учителя начальных классов национальной школы: дис. ... д-ра пед. наук / М.Г. Харитонов. – М., 1999. – 409 с.
3. Иванов, Д.Е. Теория и практика этнопедагогической подготовки социальных работников: автореф. ... дис. д-ра пед. наук / Д.Е. Иванов. – М., 2000. – 44 с.
4. Дайкер, А.Ф. Этнопедагогическая подготовка будущего учителя / А.Ф. Дайкер // Костанайский государственный педагогический институт: материалы кафедры педагогики.
5. 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. – 14–18.
6. Волков, Г.Н. Этнопедагогика: учеб. для студ. сред. и высш. пед. учеб. заведений / Г.Н. Волков. – М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 168 с.
7. Панькин, А.Б. Проектирование национально-региональных образовательных систем на основе принципа этнокультурной коннотации: дис. ... канд. пед. наук / А.Б. Панькин. – Элиста, 2002. – 343 с.
8. Краевский, В.В. Методология педагогики: Новый этап: учеб. пособие для высш. учеб. заведений / В.В. Краевский, Е.В. Бережнова. – М., 2006. – 400 с.

### REFERENCES

1. Materials available in Scientific E-library of Dissertations and Abstracts of the Russian Federation (disserCat).
2. Kharitonov M.G. *Teoriya i praktika etnopedagogicheskoi podgotovki uchitelja nachalnikh klassov natsionalnoi shkoli: dis. ... d-ra ped. nauk* [Theory and Practice of Ethnopedagogical Training of Primary School Teacher of National School: Dr.Sc. (Education) Dissertation], Moscow, 1999, 409 p.
3. Ivanov D.E. *Teoriya i praktika etnopedagogicheskoi podgotovki sotsialnikh rabotnikov: avtoref. dis. ... d-ra ped. nauk* [Theory and Practice of Ethnopedagogical Training of Social Workers: Dr. Sc. (Education) Dissertation Abstract], Moscow, 2000, 44 p.
4. Daikern A.F. *Etnopedagogicheskaya podgotovka budushchego uchitelja* [Ethnopedagogical Training of the Would-be Teacher], Kostanai State Pedagogical Institute: Materials of the Department of Education.
5. Borisov V.V., Borisova Yu.V. *Vestnik Buriatskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Buriat State University], 2013, 13, pp. 14–18.
6. Volkov G.N. *Etnopedagogika: ucheb. dlia stud. sred. i vyssh. ped. ucheb. zavedenii* [Ethnoeducation: University and Education College Student Textbook], M., Izdatelski tsentr «Akademiya», 1999, 168 p.
7. Pankin A.B. *Proyektirovaniye natsionalno-regionalnykh obrazovatelnykh system na osnove printsipa etnokulturnoi konnotatsii: dis. ... kand. ped. nauk* [Design of National Regional Educational Systems on the Basis of the Principle of Ethnocultural Connotation: PhD (Education) Dissertation], Elista, 2002, 343 p.
8. Kravevskii V.V., Berezhnova E.V. *Metodologiya pedagogiki: Novi etap: Ucheb. posobiye dlia vysshikh uchebnykh zavedenii* [Methodology of Education: New Stage: University Textbook], M., 2006, 400 p.

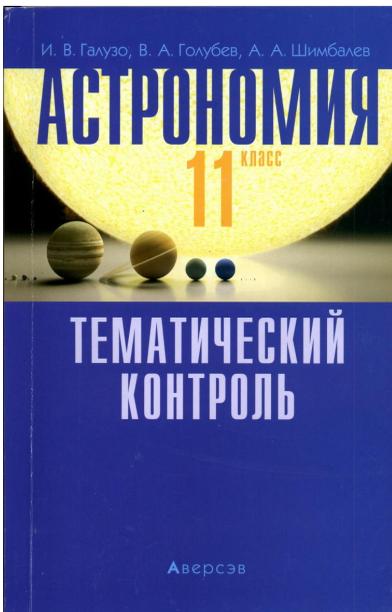
Поступила в редакцию 20.02.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: annaor39@yandex.ru – Орлова А.П.



# БІБЛІАГРАФІЯ

**Галузо, И.В.** *Астрономия. 11 класс: тематический контроль: пособие для учителей учреждений общ. сред. образования с белорус. и рус. яз. обучения / И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалев. – Минск: Аверсэв, 2017. – 208 с.: ил. Тираж 2100 экз.*



Основная цель пособия – помочь учителю организовать систематическую самостоятельную работу и проверку знаний учащихся по астрономии, выявить качество усвоения учебного материала. Особое внимание уделено традиционно трудным для учащихся темам «Основы практической астрономии» и «Движение небесных тел», по которым подготовлено большое количество заданий.

Издание содержит более 150 тематических заданий, каждое из которых состоит из пяти разных по сложности вопросов и задач. Тематические тесты представлены заданиями пяти уровней сложности (по десять заданий одного уровня сложности:

- вариант 1 – узнавание материала,
- вариант 2 – неосознанное воспроизведение материала,
- вариант 3 – воспроизведение материала на уровне понимания,
- вариант 4 – решение новых задач на основе обобщенного алгоритма,
- вариант 5 – применение знаний в незнакомой ситуации).

Основная цель подбора и расположения вопросов и задач в каждом из тематических заданий – это

проверка учебных достижений учащихся на пяти уровнях.

Данное пособие полностью соответствует учебной программе и учебнику по астрономии для 11 класса.



# ХРОНИКА

**В** обыденном сознании обычно Коре́йская Народно-Демократи́ческая Респу́блика представляется как «закрытая» страна, но это не совсем верно. На протяжении последних пяти лет республика демонстрирует уверенную положительную динамику въездного и выездного туризма. Так, по данным сайта газеты «Женьминь Жибао», в 2015 году только из Западной Европы страну посетило более 30 тыс. гостей и более 200 тыс. граждан КНДР совершили зарубежные поездки, в том числе 45 тыс. – в Россию.

В КНДР есть что посмотреть: удивительные по красоте природа, морские пляжи и горные курорты, благоустроенные города и села. И, что самое главное, гостям из стран СНГ всегда рады. И это чувствуется уже в международном аэропорту Пхеньяна: процедура пограничного контроля и таможенного досмотра для граждан России, Беларуси, Казахстана редко занимает более пяти минут и, как правило, заключается только в проверке паспортов.

Как и в любой стране, в КНДР столица (Пхеньян) – самый первый объект туристского любопытства. Хотя город был полностью разрушен в годы Корейской войны, он восстановлен и сейчас удивительно красив: широкие прямые улицы, множество парков, величественная архитектура, органически сочетающая в себе элементы сталинского ампира и традиционного корейского зодчества.

Среди торжественно величавых общественных сооружений Пхеньяна особое внимание гостей привлекает здание главного корпуса Университета имени Ким Ир Сена. Основанный 1 октября 1946 года, этот крупнейший вуз Юго-Восточной Азии в прошлом году отметил свое 70-летие.

В настоящее время университет объединяет 3 института (юридический, литературный и компьютерный), 13 факультетов (экономический, исторический, философский, иностранных языков и литературы, физический, механико-математический, химический, науки жизни, науки окружающей среды Земли, геологический, атомной энергии, физкультуры, переподготовки кадров), более 10 научно-исследовательских институтов и научных центров.

В составе университета находятся естественнонаучный музей, библиотека, издательство, типография, Дом спорта, бассейн, обсерватория, общежития и т.п.

В университете работают более 6000 сотрудников и обучаются более 20000 студентов, из которых 700 – иностранных/

К слову, в преддверии 70-летия со дня основания учебного заведения преподаватели и ученые получили от государства в подарок целую улицу жилых многоэтажек с полной меблировкой квартир.

Университет поддерживает международные связи со многими странами, однако основными партнерами по международному сотрудничеству являются вузы Китая, России и Японии. В частности, среди российских вузов, осуществляющих обмен студентами, магистрантами, аспирантами, докторантами и стажерами на регулярной основе, такие всемирно известные, как Московский государственный университет и Новосибирский государственный университет.

Как редактор «Социального воспитания» автор данного сообщения уже несколько лет поддерживает активные научные контакты с учеными университета. В апреле прошлого года, в связи с публикацией в издательстве РИВШ книги, посвященной народному образованию КНДР, Беларусь посетили сотрудники Комитета по культурным связям с заграницией КНДР. В одной из обзорных экскурсий по Витебску корейские дипломаты обратили

внимание на главный корпус нашего университета. Гостей привлекло имя, которое носит наша alma mater. Дело в том, что П.М. Машеров широко известен в КНДР, поскольку более 30 лет назад Беларусь посещал Президент Ким Ир Сен, а все, что связано с именем вождя, бережно сохраняется в демократической Корее.

Корейские гости не только по достоинству оценили ухоженность улиц города Витебска, но и высказали пожелания более тесного сотрудничества в сфере образования и науки с нашим университетом. И как первый шаг с корейской стороны – в июне 2016 года последовало приглашение принять участие в X Международной выставке научной и технической литературы в Пхеньяне.

У наших стран – КНДР и Республики Беларусь – много общих направлений для взаимовыгодного экономического сотрудничества: автомобили и трактора, удобрения, продукция легкой промышленности, редкоземельные металлы. Вместе с тем потенциал научного и педагогического сотрудничества с КНДР, прежде всего с университетом имени Ким Ир Сена, еще не раскрыт. А нашим странам есть чем поделиться друг с другом. В частности, университет имени Ким Ир Сена сегодня успешно решает такие образовательные проблемы, как работа с одаренными детьми, психологическое сопровождение инвалидов, непрерывное обучение взрослых.

Уверен, что и у нашего вуза есть разработки (преподавание русского и английского языков, математика и программирование, изучение биоресурсов, охраны культурного наследия, туристического сервиса и др.), которые будут интересны корейским коллегам. Таким образом, развивая образовательные связи с одним из старейших вузов КНДР, наш университет будет содействовать укреплению традиционно многовекторной внешней политики нашего государства.

**С.Ю. Девятых**

**В** Верхнедвинском районе на базе гостиничного комплекса «Красный Бор» 17–18 декабря 2016 года состоялась международная конференция «Растительный и животный мир Белорусского Поозерья: современное состояние, проблемы и перспективы», приуроченная к 70-летию юбилею известного белорусского орнитолога Владимира Валентиновича Ивановского. Ее организаторы: Международный фонд поддержки дикой природы «Красный Бор» и Витебский государственный университет имени П.М. Машерова.

В работе данного научного форума приняли участие более 50 специалистов из 5 стран: Беларуси, Латвии, Литвы, России и Эстонии.

Научную часть конференции предварили приветствия ее участникам и юбиляру. Выступающие отметили фундаментальный вклад В.В. Ивановского в теорию, методiku и практику изучения хищных птиц и птиц верховых болот Беларуси и сопредельных территорий, открывшего для ученых и широкой природоохранной общественности орнитологическое богатство Белорусского Поозерья.

Пленарное заседание открыли доклады академика НАН Беларуси М.Е. Никифорова «Филогеография, микроэволюция, инвазионный фауногенез – насущные вопросы молекулярной зоологии» и академика РАЕН, доктора биологических наук, почетного профессора Московского педагогического государственного университета В.М. Галушина «Общеэкологическая и природоохранная значимость пионерных исследований хищных птиц белорусскими орнитологами».

За два дня работы конференции заслушали свыше 20 выступлений на пленарном заседании (5 докладов) и двух симпозиумах. Большинство докладов на симпозиуме «Животный мир Белорусского Поозерья и сопредельных территорий» было посвящено хищным птицам, черному аисту, обитателям верховых болот и птицам-норникам, а также животному миру ООПТ Белорусского Поозерья и участию в составлении «Атласа птиц Европы»; в двух докладах рассматривалась также ситуация с копытными животными в Березинском биосферном заповеднике и ООПТ «Красный Бор».

На втором симпозиуме «Растительный мир Белорусского Поозерья и сопредельных территорий» обсуждали историю изучения флоры и растительности, их современное состояние в Белорусском Поозерье; особое внимание уделили редким растениям.

Тематика докладов конференции была довольно разнообразной. Так, рассматривались, например, факторы, лимитирующие численность популяций, миграции птиц, проблемы охраны животных, в том числе хищных птиц, биотехнические мероприятия и реинтродукция, экотуризм и экопросвещение.

Для участников конференции сотрудники лаборатории Научного центра «Красный Бор» организовали две интересные экскурсии на джипах по территории ООПТ, где гостям удалось увидеть уникальные ландшафты Поозерья, стада зубров, оленей, кабанов. Все участники научного форума единодушно отметили, что ООПТ «Красный Бор» с ее удивительными реками, озерами, верховыми болотами и сосновыми борами – уникальная жемчужина природы Беларуси.

Спонсором конференции выступил учредитель Международного фонда поддержки дикой природы «Красный Бор» Николай Николаевич Воробей.

**Л.В. Маловичко**

## ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Вестнік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія право-дзяцця ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВНУ рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем метаагоднасці публікацыі з'яўляецца навізна і арыгінальнасць артыкула. Навуковы часопіс уключаны ў Пералік навуковых выданняў, рэкамендаваных ВАК Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных, фізіка-матэматычных навуках. Па-за чаргоў публікуюцца навуковыя артыкулы аспірантаў апошняга года навучання (уключаючы артыкулы, якія падрыхтаваны імі ў сааўтарстве) пры ўмове іх поўнай адпаведнасці патрабаванням, што прад'яўляюцца да навуковых публікацый выданням.

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:

2.1. Рукпісы артыкулаў прадстаўляюцца на беларускай, рускай ці англійскай мове.

2.2. Кожны артыкул павінен утрымліваць наступныя элементы:

- індэкс УДК;
- назва артыкула;
- прозвішча і ініцыялы аўтара (аўтараў);
- арганізацыя, якую ён (яны) прадстаўляе;
- уводзіны;
- раздзел «Матэрыял і метады»;
- раздзел «Вынікі і іх абмеркаванне»;
- заключэнне;
- спіс выкарыстанай літаратуры.

2.3. Назва артыкула павінна адлюстроўваць яго змест, быць па магчымасці лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазваляць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўвядзеннях даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца не вырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на замежныя публікацыі.

2.5. Раздзел «Матэрыял і метады» ўключае апісанне метадыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі).

2.6. У раздзеле «Вынікі і іх абмеркаванне» аўтар павінен зрабіць высновы з пункту гледжання іх навуковай навізны і супаставіць з адпаведнымі вядомымі дадзенымі. Гэты раздзел можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзагалюкамі.

2.7. У заключэнні ў сціслым выглядзе павінны быць сфармуляваны атрыманыя вынікі, з указаннем на дасягненне пастаўленай мэты, навізну і магчымасці прымянення на практыцы.

2.8. Спіс літаратуры павінен уключаць не больш за 12 спасылак. Спасылкі нумаруюцца адпаведна з парадкам іх цытавання ў тэксце. Парадкавыя нумары спасылак пішуча ў квадратных дужках па схеме: [1], [2]. Спіс літаратуры афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі ДАСТ – 7.1-2003. Спасылкі на неапублікаваныя працы, дысертацыі не дапускаюцца. Указваюцца поўная назва аўтарскага пасведчання і дэпаніраванага рукпісу, а таксама арганізацыя, якая прад'явіла рукпіс да дэпаніравання.

2.9. Артыкулы падаюцца ў рэдакцыю ў двух экзэмплярах аб'ёмам не менш за 0,35 аўтарскага аркуша 14000 друкаваных знакаў, з прабеламі паміж словамі, знакамі прыпынку, лічбамі і інш.), надрукаваных праз адзін інтэрвал, шрыфт Times New Roman памерам 11 пт. У гэты аб'ём уваходзяць тэкст, тэбліцы, спіс літаратуры. Колькасць малюнкаў не павінна перавышаць трох. Малюнкi і схем павінны падавацца асобнымі файламі ў фармаце jpg. Фатаграфіі ў друк не прымаюцца. Артыкулы павінны быць падрыхтаваны ў рэдактары Word для Windows. Простыя формулы і літарныя абазначэнні велічынь трэба ўстаўляць, выкарыстоўваючы Symbol (напрыклад, ∞, A<sub>1</sub>, β<sup>o</sup>, °C). Складаныя формулы набіраюцца тым жа шрыфтам і памерам, што і асноўны тэкст, пры дапамозе рэдактара формул Equation, і па шырыні яны не павінны перавышаць 7 см. Выкарыстоўваецца наступны фармат старонкі: чырвоны радок – 0,5 см; палі: зверху – 2,5 см, знізу – 2,5 см, злева – 2 см, справа – 2 см.

2.10. Ілюстрацыі, формулы, ураўненні, якія сустракаюцца ў артыкуле, павінны быць пранумараваныя ў адпаведнасці з парадкам цытавання ў тэксце. Да кожнага экзэмпляра артыкула трэба прыкласці па адным экзэмпляры ілюстрацый. Копіі малюнкаў для другога экзэмпляра артыкула павінны ўтрымліваць усе неабходныя літарныя і лічбавыя надпісы. Подпісы да малюнкаў, схем і табліц друкуюцца праз адзін інтэрвал. У назвах табліц і малюнкаў не павінна быць скарачэнняў.

2.11. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэксце, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СІ).

2.12. У дадатак да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Электронная версія падаецца на дыскетах ці дысках або перасылаецца на адрас электроннай пошты ўніверсітэта ([nauka@vsu.by](mailto:nauka@vsu.by)).

3. Да артыкула дадаюцца наступныя матэрыялы (на асобных лістах):

- рэферат (100–250 слоў), які павінен дакладна перадаваць змест артыкула і быць прыдатным для апублікавання ў анатацыях да часопісаў асобна ад артыкула, і ключавыя словы на мове арыгінала. Ён павінен мець наступную структуру: уводзіны, мэта, матэрыял і метады, вынікі і іх абмеркаванне, заключэнне;
- назва артыкула, прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцо), месца яго працы, рэферат, ключавыя словы і спіс літаратуры на англійскай мове;
- хатні адрас аўтара, нумар тэлефона, адрас электроннай пошты;
- рэкамэндацыя кафедры (навуковай лабараторыі) да друку;
- экспертнае заключэнне аб магчымасці апублікавання матэрыялаў ў друк;
- запўнёная аўтарскай дамовай ў двух экзэмплярах. Бланк дамовы змешчаны на сайце ВДУ імя П.М. Машэрава (<http://www.vsu.by>).

4. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзію, затым візіруюцца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датой наступлення лічыцца дзень атрымання рэдакцыйнай канчатковага варыянта артыкула.

5. Накіраванне ў рэдакцыю раней апублікаваных або прынятых да друку ў іншых выданнях работ не дапускаецца.

---

---

## GUIDELINES FOR AUTHORS

1. «Vesnik of Vitebsk State University» publishes results of scientific research conducted at Vitebsk State University as well as at scientific institutions and universities, CIS and other countries. The main criterion for the publication is novelty and specificity of the article. The scientific journal is included into the List of scientific publications recommended by Supreme Qualification Commission (VAK) of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological, pedagogical, physical and mathematical sciences. The priority for publication is given to scientific articles by postgraduates in their last year (including their articles written with co-authors) on condition these articles correspond the requirements for scientific articles of the journal.

2. Guidelines for the layout of a publication:

2.1. Articles are to be in Belarusian, Russian or English.

2.2. Each article is to include the following elements:

- UDK index;
- title of the article;
- name and initial of the author (authors);
- institution he (she) represents;
- introduction;
- «Material and methods» section;
- «Findings and their discussion» section;
- conclusion;
- list of applied literature.

2.3. The title of the article should reflect its contents, be laconic and contain key words which will make it possible to classify the article.

2.4. The introduction should contain a brief review of the literature on the problem. It should indicate not yet solved problems. It should formulate the aim; give references to the recent articles of other authors including foreign publications.

2.5. «Material and methods» section» includes the description of the method, technical aids, objects and contents of the author's (authors') research.

2.6. In «Findings and their discussion» section the author should draw conclusions from the point of view of their scientific novelty and compare them with the corresponding well-known data. This section can be divided into sub-sections with explanatory subtitles.

2.7. The conclusion should contain a brief review of the findings, indicating the achievement of this goal, their novelty and possibility of practical application.

2.8. The list of literature shouldn't include more than 12 references. The references are to be numerated in the order of their citation in the text. The order number of a reference is given in square brackets e.g. [1], [2]. The layout of the literature list layout is to correspond State Standard (GOST) – 7.1-2003. References to articles and theses which were not published earlier are not permitted. A complete name of the author's certificate and the deposited copy is indicated as well as the institution which presented the copy for depositing.

2.9. Two copies of articles of at least 0,35 of an author sheet size (14000 printing symbols with blanks, punctuation marks, numbers etc.), interval 1, Times New Roman 11 pt are sent to the editorial office. This size includes the text, charts and list of literature. Not more than three pictures are allowed. Pictures and schemes are to be presented in individual *jpg* files. Photos are not allowed. Articles should be typed in Word for Windows. Simple formulas and alphabetical symbols of dimensions should be put by using Symbol (e.g.  $\infty$ , A, B<sup>1</sup>, °C). Complicated formulas are typed by the same point and size as the basic text with the help of formula's editor Equation. Their wide should not exceed 7 cm. The page layout is the following: new paragraph – 0,5 cm; margins: top – 2,5 cm, bottom – 2,5 cm, left – 2 cm, right – 2 cm.

2.10. Illustrations, formulas, equations, if any, are to be numbered in accordance with their appearance in the text. One copy of illustrations should be attached to each copy of the article. Picture copies for the second copy of the article should contain all the required letter and number titles. Titles of the pictures, charts and tables are to be typed in one interval. Titles of tables and pictures should not be abbreviated.

2.11. All dimensions used in the text should correspond the International measurement unit system.

2.12. The electronic version should be attached to the paper copy of the article submitted to the editorial board. The electronic and the paper copies of the article should be identical. The electronic version is presented on a diskette or diskettes or is sent by e-mail (the university e-mail address is [nauka@vsu.by](mailto:nauka@vsu.by)).

3. Following materials (on separate sheets) are attached to the article:

- summary (100–250 words), which should precisely present the contents of the article, should be liable for being published in magazine summaries separately from the article as well as the key words in the language of the original. The structure of the summary is the following: introduction, objective, material and methods, findings and their discussion, conclusion;
- title of the article, surname, first and second names of the author (without being shortened), place of work, summary, key words and the list of literature should be in English;
- author's home address, telephone number, e-mail address;
- recommendation of the department (scientific laboratory) to publish the article;
- expert conclusion on the feasibility of the publication;
- the author's agreement filled in duplicate. Form of agreement is available on the website VSU named after P.M. Masherov <http://www.vsu.by>).

4. On the decision of the editorial board the article is sent for a review, and then it is signed by the members of the editorial board. If the article is sent back to the author for improvement it doesn't mean that it has been accepted for publication. The improved variant of the article is reconsidered by the editorial board. The article is considered to be accepted on the day when the editorial office receives the final variant.

5. Earlier published articles as well as articles accepted for publication in other editions are not admitted.

---

Выдавец і паліграфічнае выкананне – установа адукацыі  
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі ў якасці выдаўца,  
вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў  
№ 1/255 ад 31.03.2014 г.

Надрукавана на рызографе ўстановы адукацыі  
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».  
210038, г. Віцебск, Маскоўскі праспект, 33.

Пры перадрукаванні матэрыялаў спасылка  
на «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» з'яўляецца абавязковай.