



ISSN 2074-8566

ВЕСНІК

**ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА
ЎНІВЕРСІТЭТА**

2022 № 4(117)

Подписано в печать 11.11.2022
Зам. главного редактора

_____ Е.Я. Аршанский

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць чатыры разы ў год

2022
№ 4(117)

ЗАСНАВАЛЬНІК:

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

РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ:

В.В. Багатырова (*галоўны рэдактар*),
Я.Я. Аршанскі (*нам. галоўнага рэдактара*)

В.М. Балаева-Ціхамірава, А.А. Белавостаў, М.М. Вараб'ёў,
М.Ц. Вараб'ёў (*адказны за раздзел «Матэматыка»*),
А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, А.М. Залеская, У.В. Іваноўскі,
З.С. Кунцэвіч, С.У. Нікалаенка, Н.А. Ракава (*адказны за раздзел «Педагогіка»*),
Г.Г. Сушко, Т.А. Талкачова (*адказны за раздзел «Біялогія»*),
Ю.В. Трубнікаў, А.А. Чыркін, Д.Э. Шкір'янаў

РЭДАКЦЫЙНЫ САВЕТ:

А.Р. Александровіч (*Польшча*), **Т.А. Бараўскіх** (*Расія*), **Ю.Ю. Гаўронская** (*Расія*),
М.У. Горскі (*Латвія*), **Го Вэньбінь** (*Кітай*), **В.І. Казарэнкаў** (*Расія*),
В.А. Шчарбакоў (*Малдова*), **Ю.С. Харын** (*Беларусь*)

САКРАТАРЫЯТ:

Г.У. Разбоева (*адказны сакратар*),
В.Л. Пугач, 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*

Адрас рэдакцыі:

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33, кабінет 115,
тэл. +375(33)398-50-51.
E-mail: nauka@vsu.by
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 11.11.2022. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 12,09. Ул.-выд. арк. 9,32. Тыраж 195 экз. Заказ 210.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2022

З М Е С Т

МАТЭМАТЫКА

- Козлов А.А., Александрович Т.А.** О свойствах строго положительно регулярных матриц 5
- Вувуникян Ю.М., Банюкевич Е.В.** Вейвлет-преобразование в пространстве обобщенных функций медленного роста 17

БІЯЛОГІЯ

- Чиркин А.А., Данченко Е.О., Балаева-Тихомирова О.М., Толкачева Т.А., Степанова Н.А., Кацнельсон Е.И.** Исследования медико-биологического характера на кафедре химии и естественнонаучного образования за последние 20 лет 27
- Латышев С.Э.** Новые находки редких и охраняемых видов водных цветковых растений на территории Белорусского Поозерья 33
- Найман О.А.** Таксономическая структура сообществ настоящих полужесткокрылых (Hemiptera: Heteroptera) сосновых культур различного возраста Докшицкого района ... 41

ПЕДАГОГІКА

- Старовойтова И.А.** Совершенствование высшего образования в Республике Беларусь: ключевые направления и результаты 50
- Кунцевич Е.А., Аршанский Е.Я.** Этапы развития педагогических инноваций в Республике Беларусь (конец XX – начало XXI века) 55
- Деревинская А.А., Жудрик Е.В., Деревинский А.В.** Использование информационной системы дистанционного обучения Moodle для организации самостоятельной работы студентов по биологическим дисциплинам 63
- Бобылева Л.И.** Невербальная коммуникация как компонент межкультурного иноязычного образования 72
- Бумаженко Н.И., Швед М.В.** Особенности формирования навыков общения у детей с аутистическими расстройствами в условиях ближайшего социального окружения 77
- Елсаков И.В.** Анализ развития физических качеств слушателей учреждений дополнительного образования правоохранительных органов 85
- Данич О.В., Иванова А.В.** Феномен культуры в аспекте воспитания личности ребенка дошкольного и младшего школьного возраста 91

CONTENTS

M A T H E M A T I C S

Kozlov A.A., Aleksandrovich T.A. On the Properties of Strictly Positive Regular Matrixes	5
Vuvunikyan Yu.M., Baniukevich E.V. Wavelet Transform in the Slow Growing Generalized Functions Spaces	17

B I O L O G Y

Chirkin A.A., Danchenko E.O., Balayeva-Tikhomirova O.M., Tolkacheva T.A., Stepanova N.A., Katsnelson E.I. Research of Medical and Biological Nature at the Department of Chemistry and Natural Science Education Over the Last 20 Years	27
Latyshev S.E. New Findings of Rare and Protected Aquatic Flower Plants Species in Belarusian Lake District (Poozeriye)	33
Naiman O.A. Taxonomical Structure of True Bugs (Hemiptera: Heteroptera) of Different Age Pine Trees in Dokshitsy District	41

P E D A G O G Y

Starovoitova I.A. Improvement of Higher Education in the Republic of Belarus: Key Directions and Results	50
Kuntsevich E.A., Arshansky E.Ya. Stages of the Development of Pedagogical Innovations in the Republic of Belarus (Late 20th Century – Early 21st Century)	55
Derevinskaya A.A., Zhudrik E.V., Derevinsky A.V. Using the Moodle Distance Learning Information System for Organizing Students Independent Work in Biological Disciplines	63
Bobyleva L.I. Non-Verbal Communication as a Constituent Element of Inter-Cultural Foreign Language Education	72
Bumazhenko N.I., Shved M.V. Features of Shaping Children's with Autistic Disorders Communication Skills in the Conditions of the Closest Social Environment	77
Yelsakou I.V. Analysis of Physical Qualities Development of Supplementary Education Establishment Students of Law-Enforcement Agencies	85
Danich O.V., Ivanova A.V. The Phenomenon of Culture in the Aspect of Education of the Personality of a Preschool and Primary School Age Child	91



МАТЭМАТЫКА

УДК 517.926+517.977

О СВОЙСТВАХ СТРОГО ПОЛОЖИТЕЛЬНО РЕГУЛЯРНЫХ МАТРИЦ

А.А. Козлов*, Т.А. Александрович**

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

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

Наличие строгой ρ -положительной регулярности у квадратной матрицы обеспечивает отделенность от нуля некоторым числом $\rho > 0$ всех ее главных угловых миноров.

Цель данной работы – введение понятий строгой положительной регулярности, строгой ρ -положительной регулярности матриц, а также изучение отдельных свойств таких матриц.

Материал и методы. *Материалом исследования являются невырожденные квадратные матрицы. При этом применены методы линейной алгебры и теории матриц.*

Результаты и их обсуждение. *Авторами, помимо строго ρ -положительно регулярных матриц, определены так называемые «почти единичные» матрицы и установлено представление последних в виде произведения трех строго $\frac{1}{2}$ -положительно регулярных матриц.*

Заключение. *Полученные результаты в дальнейшем предполагается использовать при доказательстве равномерной глобальной достижимости линейных динамических систем.*

Ключевые слова: *главные угловые (ведущие) миноры матрицы, строго положительно регулярная матрица, строго ρ -положительно регулярная матрица, «почти единичные» матрицы.*

ON THE PROPERTIES OF STRICTLY POSITIVE REGULAR MATRIXES

A.A. Kozlov*, T.A. Aleksandrovich**

*Education Establishment “Polotsk State University”

**Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

The presence of strict ρ -positive regularity for a square matrix ensures that all of its principal angular minors are separated from zero by a certain number $\rho > 0$.

The purpose of this work is to introduce the concepts of strict positive regularity and strict ρ -positive regularity of matrices, as well as to study individual properties of such matrices.

Material and methods. *The research material is nondegenerate square matrices. The work uses methods of linear algebra and matrix theory.*

Findings and their discussion. *In addition to strictly positively regular matrices, the so-called “almost identity” matrices are defined and the representation of the latter as a product of three strictly $\frac{1}{2}$ -positively regular matrices is established.*

Conclusion. *The findings obtained are supposed to be used in the future in proving the uniform global reachability of linear dynamical systems.*

Key words: principal angular (leading) matrix minors, strictly positively regular matrix, strictly ρ -positively regular matrix, "almost identity" matrices.

В работе изучены отдельные свойства указанного множества матриц. Кроме того, определены так называемые «почти единичные матрицы» (т.е. такие, которые получены из единичной заменой некоторого четного количества 1, стоящих на главной диагонали, на -1) и установлено представление этих матриц в виде произведения трех строго $1/2$ -положительно регулярных матриц (последними являются операторы плоских вращений в пространстве \mathbb{R}^n).

Полученные результаты в дальнейшем предполагается использовать при доказательстве равномерной глобальной достижимости линейных динамических (дискретных и непрерывных) систем. Этот факт подтверждает актуальность тематики проведенных в работе исследований.

Цель статьи – введение свойств строгой положительной регулярности, а также строгой ρ -положительной регулярности квадратных матриц. Наличие последнего свойства у матрицы обеспечивает отделенность от нуля некоторым числом $\rho > 0$ всех ее главных (ведущих) угловых миноров.

Материал и методы. Материалом исследования являются невырожденные квадратные матрицы n -го порядка. В работе использованы методы линейной алгебры и теории матриц.

Результаты и их обсуждение. Пусть \mathbb{R}^n – n -мерное евклидово векторное пространство с нормой $\|x\| = \sqrt{x^T x}$ (здесь символ T означает операцию транспонирования вектора или матрицы); e_1, e_2, \dots, e_n – векторы (столбцы) канонического ортонормированного базиса пространства \mathbb{R}^n ; M_{mn} – пространство вещественных матриц размерности $m \times n$ со спектральной (операторной) нормой $\|H\| = \max_{\|x\|=1} \|Hx\|$, т.е. нормой, индуцируемой на M_{mn} евклидовой нормой в пространствах \mathbb{R}^n и \mathbb{R}^m [1, с. 357]; $M_n := M_{nn}$. Пусть также $E = [e_1, \dots, e_n] \in M_n$ – единичная матрица.

Строгая положительная регулярность квадратных матриц

Определение 1 [1, с. 30]. Для любого числа $k \in \{1, \dots, n\}$ и всякой матрицы $H = (h_{ij})_{i,j=1}^n \in M_n$ через $H\{k\} \in M_k$ обозначим ее главную ведущую подматрицу порядка k , т.е.

$$H\{1\} := h_{11} \in M_1, \quad H\{2\} := \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{pmatrix} \in M_2, \dots, \quad H\{n\} := H \in M_n.$$

Главным ведущим (угловым) минором k -го порядка квадратной матрицы $H \in M_n$ будем называть [1, с. 30] определитель ее ведущей главной подматрицы k -го порядка, т.е. $\det H\{k\}$.

На основании работы [2] дадим следующее

Определение 2 [2, с. 97]. Квадратную матрицу $H \in M_n$ будем называть строго регулярной, если при любом $i = \overline{1, n}$ выполняются неравенства $\det H\{i\} \neq 0$.

По аналогии с последней дефиницией введем используемые нами далее

Определение 3. Будем говорить, что квадратная матрица $H \in M_n$ является строго положительно регулярной, если при каждом $i = \overline{1, n}$ справедливы соотношения $\det H\{i\} > 0$, т.е. все главные ведущие (угловые) миноры матрицы H – положительные числа.

Определение 4. Возьмем любое число $\rho > 0$. Матрицу $H \in M_n$ назовем строго ρ -положительно регулярной, если при всяком $i = \overline{1, n}$ имеют место неравенства $\det H\{i\} \geq \rho$.

При любом числе $k \in \mathbb{N}$ через $\mathcal{H}_k \subset M_k$ обозначим совокупность строго положительно регулярных матриц k -го порядка, а через $U_k^+ \subset \mathcal{H}_k$ ($L_k^+ \subset \mathcal{H}_k$) – множество всех верхних (нижних) треугольных $(k \times k)$ -матриц с положительными диагональными элементами.

Теорема 1. Для любых матриц $U \in U_n^+$ и $L \in L_n^+$ включение $H \in \mathcal{H}_n$ влечет соотношение $LHU \in \mathcal{H}_n$.

Доказательство. Зафиксируем произвольные матрицы $U \in U_n^+$, $L \in L_n^+$, $H \in \mathcal{H}_n$ и определим матрицу $M := LHU \in M_n$. Покажем, что последняя обладает свойством строгой положительной регулярности, для чего установим положительность всех ее главных ведущих (угловых) миноров $\det M\{i\}$, $i = \overline{1, n}$. Сразу заметим, что при $i = n$ справедливы соотношения $\det M\{n\} = \det M = \det(L \cdot H \cdot U) = \det L \cdot \det H \cdot \det U > 0$, ввиду определения матриц L, H, U . Поэтому достаточно установить неравенство $\det M\{i\} > 0$ при каждом $i = \overline{1, n-1}$.

Возьмем любое число $k \in \{1, \dots, n-1\}$ и рассмотрим блочное разбиение матриц U, L и H :

$$L = \begin{pmatrix} L_{11} & O_{k, n-k} \\ L_{21} & L_{22} \end{pmatrix}, \quad U = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ O_{n-k, k} & U_{22} \end{pmatrix}, \quad H = \begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где L_{11}, U_{11}, H_{11} – квадратные блоки k -го порядка и $O_{k, n-k}, O_{n-k, k}$ – нулевые блоки размерностей $k \times (n-k)$ и $(n-k) \times k$ соответственно и H_{12} – блок размерности $k \times (n-k)$. Поскольку всякая главная ведущая подматрица нижней (верхней) треугольной матрицы с положительными диагональными элементами также является нижней (соответственно – верхней) треугольной матрицей с положительной диагональю, то для блоков L_{11} и U_{11} (выступающих главными ведущими подматрицами k -го порядка матриц $L \in L_n^+, U \in U_n^+$) справедливы включения $L_{11} \in L_k^+, U_{11} \in U_k^+$, и значит, оценки $\det L_{11} > 0$ и $\det U_{11} > 0$. Кроме того, из включений $H_{11} \in M_k$ и $H \in \mathcal{H}_n$ вытекают соотношения $\det H_{11} = \det H\{k\} > 0$.

Таким образом, для матриц L_{11}, H_{11} и U_{11} справедливы неравенства

$$\det L_{11} > 0, \quad \det H_{11} > 0, \quad \det U_{11} > 0. \quad (2)$$

В силу матричных разбиений, указанных в формуле (1), используя правило умножения блочных матриц [1, с. 71–72], для матрицы $M \in M_n$ установим следующую цепочку равенств

$$\begin{aligned} M = LHU &= \begin{pmatrix} L_{11} & O_{k, n-k} \\ L_{21} & L_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ O_{n-k, k} & U_{22} \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} L_{11}H_{11} & L_{11}H_{12} \\ * & * \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} \\ O_{n-k, k} & U_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_{11}H_{11}U_{11} & * \\ * & * \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (3)$$

(здесь блоки-матрицы, не влияющие на ход дальнейших рассуждений, заменены символом $*$, а блок $L_{11}H_{11}U_{11}$ является главной ведущей подматрицей k -го порядка матрицы M). Поскольку справедливы оценки (2), то на основании формулы (3) установим соотношения

$$\det M\{k\} = \det (L_{11}H_{11}U_{11}) = \det L_{11} \cdot \det H_{11} \cdot \det U_{11} > 0.$$

Ввиду произвольности выбора числа $k \in \{1, \dots, n-1\}$ последнее неравенство выполняется при каждом $k \in \{1, n-1\}$. Тогда, в силу сделанного в начале доказательства данной теоремы замечания, оценки $\det M\{i\} > 0$ справедливы для всех $i = \overline{1, n}$, т.е. имеет место требуемое соотношение $LHU = M \in \mathcal{H}_n$. Теорема 1 доказана.

Замечание 1. Проведя рассуждение, аналогичное доказательству теоремы 1, легко установим, что если матрицы $L, H, U \in M_n$ суть строго ρ -положительно регулярные при некотором фиксированном $\rho > 0$, то матрица $LHU \in M_n$ является строго ρ_1 -положительно регулярной матрицей, где $\rho_1 := \rho^3$.

Теорема 2. Свойство строгой положительной регулярности инвариантно относительно операции транспонирования матриц.

Доказательство. Возьмем любую строго положительно регулярную матрицу $A := (a_{ij})_{i, j = \overline{1, n}}$, т.е. $A \in \mathcal{H}_n$. Тогда по определению \mathcal{H}_n при всех $i = \overline{1, n}$ для главных ведущих подматриц

$$\begin{aligned}
 J(\alpha; k, l) \cdot J(\beta; r, s) &= (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) \times \\
 &\quad \times (\cos \beta \cdot \varepsilon_{rr} + \sin \beta \cdot \varepsilon_{rs} - \sin \beta \cdot \varepsilon_{sr} + \cos \beta \cdot \varepsilon_{ss}) = \\
 &= \cos \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{kk} \varepsilon_{rr} + \cos \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{kk} \varepsilon_{rs} - \cos \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{kk} \varepsilon_{sr} + \cos \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{kk} \varepsilon_{ss} + \\
 &\quad + \sin \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{kl} \varepsilon_{rr} + \sin \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{kl} \varepsilon_{rs} - \sin \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{kl} \varepsilon_{sr} + \sin \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{kl} \varepsilon_{ss} - \\
 &\quad - \sin \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{lk} \varepsilon_{rr} - \sin \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{lk} \varepsilon_{rs} + \sin \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{lk} \varepsilon_{sr} - \sin \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{lk} \varepsilon_{ss} + \\
 &\quad + \cos \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{ll} \varepsilon_{rr} + \cos \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{ll} \varepsilon_{rs} - \cos \alpha \sin \beta \cdot \varepsilon_{ll} \varepsilon_{sr} + \cos \alpha \cos \beta \cdot \varepsilon_{ll} \varepsilon_{ss} = 0.
 \end{aligned}$$

Кроме того, на основании соотношений (5), а также формул двойного угла для синуса и косинуса имеем цепочку равенств

$$\begin{aligned}
 J^2(\alpha; k, l) &= (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll})^2 = \\
 &= \cos^2 \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + (\cos \alpha \sin \alpha) \cdot \varepsilon_{kl} - 0 + 0 + 0 + 0 - \sin^2 \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + (\sin \alpha \cos \alpha) \cdot \varepsilon_{kl} - \\
 &\quad - (\sin \alpha \cos \alpha) \cdot \varepsilon_{lk} - \sin^2 \alpha \cdot \varepsilon_{ll} + 0 - 0 + 0 + 0 - (\sin \alpha \cos \alpha) \cdot \varepsilon_{lk} + \cos^2 \alpha \cdot \varepsilon_{ll} = \\
 &= (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \cdot \varepsilon_{kk} + 2 \sin \alpha \cos \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - 2 \sin \alpha \cos \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \cdot \varepsilon_{ll} = \\
 &= \cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{ll} = J(2\alpha; k, l).
 \end{aligned} \tag{7}$$

Действуя аналогично последней цепочке равенств, применяя равенство (7), а также формулы косинуса и синуса суммы углов, легко установим соотношение $J^3(\alpha; k, l) = J(3\alpha; k, l)$. Лемма 1 доказана.

Зафиксируем произвольное число $r \in \mathbb{N} \setminus \{1\}$. Для любых индексов $k, l \in \{1, \dots, r\}$ ($k < l$) и $\alpha \in (0, 2\pi)$ введем в рассмотрение матрицу r -го порядка

$$\Pi(\alpha; k, l) := E + J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}, \tag{8}$$

в которой матрица $J(\alpha; k, l) \in M_r$ определяется формулой (6).

Замечание 3. Матрица $\Pi(\alpha; k, l) \in M_r$ как линейный оператор, действующий в пространстве \mathbb{R}^r , осуществляет плоское вращение [1, с. 97] векторов из \mathbb{R}^r на угол α от e_l к e_k в плоскости $Oe_k e_l$.

Лемма 2. Для любых чисел $k, l \in \{1, \dots, n\}$ ($k < l$), $\alpha, \beta \in (0, 2\pi)$ и матриц $J(\alpha; k, l)$, $J(\beta; k, l) \in M_n$ справедливо равенство $J(\alpha; k, l) \cdot J(\beta; k, l) = J(\alpha + \beta; k, l)$.

Доказательство. Зафиксируем произвольные числа $k, l \in \{1, \dots, n\}$, $k < l$, $\alpha, \beta \in (0, 2\pi)$ и введем в рассмотрение матрицы $J(\alpha; k, l), J(\beta; k, l) \in M_n$, определяемые формулой (6) при $r = n$. Перемножая эти матрицы и, далее, раскрывая скобки, на основании соотношений (5) получим равенства

$$\begin{aligned}
 J(\alpha; k, l) \cdot J(\beta; k, l) &= (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) \times \\
 &\quad \times (\cos \beta \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \beta \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \beta \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \beta \cdot \varepsilon_{ll}) = \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{kk} \cdot \varepsilon_{kk} + \\
 &\quad + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{kk} \cdot \varepsilon_{kl} - \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{kk} \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{kk} \cdot \varepsilon_{ll} + \\
 &\quad + \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{kl} \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{kl} \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{kl} \cdot \varepsilon_{lk} + \\
 &\quad + \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{kl} \cdot \varepsilon_{ll} - \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{lk} \cdot \varepsilon_{kk} - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{lk} \cdot \varepsilon_{kl} + \\
 &\quad + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{lk} \cdot \varepsilon_{lk} - \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{lk} \cdot \varepsilon_{ll} + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{ll} \cdot \varepsilon_{kk} + \\
 &\quad + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{ll} \cdot \varepsilon_{kl} - \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{ll} \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{ll} \cdot \varepsilon_{ll} = \\
 &= \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{kk} + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{kl} - 0 + 0 + 0 + 0 - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{kk} + \\
 &\quad + \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{lk} - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{ll} + 0 - 0 + 0 + 0 - \\
 &\quad - \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \varepsilon_{ll}.
 \end{aligned}$$

Отсюда, приведя подобные слагаемые и воспользовавшись формулами косинуса и синуса суммы углов, установим требуемые соотношения

$$J(\alpha; k, l) \cdot J(\beta; k, l) = \cos(\alpha + \beta) \cdot \varepsilon_{kk} + \sin(\alpha + \beta) \cdot \varepsilon_{kl} - \\ - \sin(\alpha + \beta) \cdot \varepsilon_{lk} + \cos(\alpha + \beta) \cdot \varepsilon_{ll} = J(\alpha + \beta; k, l).$$

Лемма 2 доказана.

Замечание 4. Для матриц $\Pi(\alpha; k, l), \Pi(\beta; k, l) \in M_n$ как линейных операторов, действующих в пространстве \mathbb{R}^n , последнее равенство указывает нам на то, что их произведение $\Pi(\alpha; k, l) \cdot \Pi(\beta; k, l)$ определяет композицию двух плоских вращений векторов из \mathbb{R}^n на углы соответственно β и α от e_l к e_k в плоскости $Oe_k e_l$.

На основании лемм 1 и 2 установим следующее утверждение.

Лемма 3. При всяких числах $k, l \in \{1, \dots, n\}$ ($k < l$) и $\alpha \in (0; 2\pi)$ для матрицы $\Pi(\alpha; k, l) \in M_n$ имеет место равенство $\Pi^3(\alpha; k, l) = E + J(3\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}$.

Доказательство. Зафиксируем произвольные числа $k, l \in \{1, \dots, n\}$ ($k < l$), $\alpha \in (0; 2\pi)$ и рассмотрим квадратную $(n \times n)$ -матрицу $\Pi(\alpha; k, l)$. В силу определения (8) последней имеют место соотношения

$$\Pi^2(\alpha; k, l) = (E + J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}) \cdot (E + J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}) = \\ = E + J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(\alpha; k, l) + J^2(\alpha; k, l) - J(\alpha; k, l) \cdot \varepsilon_{kk} - \\ - J(\alpha; k, l) \cdot \varepsilon_{ll} - \varepsilon_{kk} \cdot J(\alpha; k, l) + \varepsilon_{kk} \cdot \varepsilon_{kk} + \varepsilon_{kk} \cdot \varepsilon_{ll} - \\ - \varepsilon_{ll} - \varepsilon_{ll} \cdot J(\alpha; k, l) + \varepsilon_{ll} \cdot \varepsilon_{kk} + \varepsilon_{ll} \cdot \varepsilon_{ll}.$$

Тогда отсюда, с учетом верного равенства $J^2(\alpha; k, l) = J(2\alpha; k, l)$, вытекающего из формулы (7), а также определения матрицы $J(\alpha; k, l)$, следует соотношение

$$\Pi^2(\alpha; k, l) = E + 2J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(2\alpha; k, l) - \\ - (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) \cdot \varepsilon_{kk} - \\ - (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) \cdot \varepsilon_{ll} - \\ - \varepsilon_{kk} \cdot (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) - \\ - \varepsilon_{ll} \cdot (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}),$$

раскрывая в котором скобки и используя формулы (5), установим равенство

$$\Pi^2(\alpha; k, l) = E + 2J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(2\alpha; k, l) - \\ - (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + 0 - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + 0) - (0 + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - 0 + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) - \\ - (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - 0 + 0) - (0 + 0 - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}).$$

Откуда, воспользовавшись определением матрицы $J(\alpha; k, l)$, получим следующие соотношения:

$$\Pi^2(\alpha; k, l) = E + 2(\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) - \\ - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(2\alpha; k, l) - 2(\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) = \\ = E + J(2\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}.$$

Замечание 5. Геометрически последнее равенство означает, что линейный оператор $\Pi^2(\alpha; k, l) \in M_n$ осуществляет композицию двух плоских вращений векторов из пространства \mathbb{R}^n на один и тот же угол α от e_l к e_k в плоскости $Oe_k e_l$.

Тогда, пользуясь последним равенством, определением матриц $\Pi(\alpha; k, l)$ и $J(\alpha; k, l)$, формулами (5), а также леммой 2, аналогичным вышеуказанному образом легко установим равенство $\Pi^3(\alpha; k, l) = E + J(3\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}$. Действительно, имеем соотношение

$$\begin{aligned} \Pi^3(\alpha; k, l) &= \Pi^2(\alpha; k, l) \cdot \Pi(\alpha; k, l) = \\ &= (E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(2\alpha; k, l)) \cdot (E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(\alpha; k, l)) = \\ &= E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(\alpha; k, l) - \varepsilon_{kk} + \varepsilon_{kk} + 0 - \varepsilon_{kk} \cdot J(\alpha; k, l) - \\ &\quad - \varepsilon_{ll} + 0 + \varepsilon_{ll} - \varepsilon_{ll} \cdot J(\alpha; k, l) + J(2\alpha; k, l) - J(2\alpha; k, l) \cdot \varepsilon_{kk} - \\ &\quad - J(2\alpha; k, l) \cdot \varepsilon_{ll} + J(2\alpha; k, l) \cdot J(\alpha; k, l) = E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(\alpha; k, l) - \\ &\quad - \varepsilon_{kk} \cdot (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) - \\ &\quad - \varepsilon_{ll} \cdot (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) + J(2\alpha; k, l) - \\ &\quad - (\cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{ll}) \cdot \varepsilon_{kk} - \\ &\quad - (\cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{kl} - \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{ll}) \cdot \varepsilon_{ll} + J(3\alpha; k, l) = \\ &= E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(\alpha; k, l) - (\cos \alpha \cdot \varepsilon_{kk} + \sin \alpha \cdot \varepsilon_{kl} - 0 + 0) - \\ &\quad - (0 + 0 - \sin \alpha \cdot \varepsilon_{lk} + \cos \alpha \cdot \varepsilon_{ll}) + J(2\alpha; k, l) - (\cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{kk} + 0 - \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{lk} + 0) - \\ &\quad - (0 + \sin 2\alpha \cdot \varepsilon_{kl} - 0 + \cos 2\alpha \cdot \varepsilon_{ll}) + J(3\alpha; k, l) = E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(\alpha; k, l) - \\ &\quad - J(\alpha; k, l) + J(2\alpha; k, l) - J(2\alpha; k, l) + J(3\alpha; k, l) = E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} + J(3\alpha; k, l). \end{aligned}$$

Лемма 3 доказана.

При любых $r \in \mathbb{N} \setminus \{1\}$ и $k, l \in \{1, \dots, r\}$, где $k < l$, через $\Phi(k, l)$ обозначим квадратную $(r \times r)$ -матрицу $\Phi(k, l) := \Pi(\pi/3; k, l) = E + J(\pi/3; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}$, а через $\bar{E}(k, l)$ – матрицу $\bar{E}(k, l) = E - 2 \cdot \varepsilon_{kk} - 2 \cdot \varepsilon_{ll} \in M_r$.

Замечание 6. Последняя матрица получена из единичной заменой чисел 1, стоящих в k -й и l -й строках, на -1.

Теорема 3. При любых числах $r \in \mathbb{N}$ и $1 \leq k < l \leq r$ для матрицы $\Phi(k, l) \in M_r$ справедливы равенства $\Phi^3(k, l) = \bar{E}(k, l)$ и $\det \Phi(k, l) = 1$ и оценки $\det \Phi(k, l)\{i\} \geq 1/2$ для всех $i = \overline{1, r}$.

Доказательство. Возьмем любые числа $r \in \mathbb{N}$ и $k, l \in \{1, \dots, r\}$, $k < l$, и рассмотрим матрицу $\Phi(k, l) := \Phi \in M_r$. Докажем равенство $\Phi^3(k, l) = \bar{E}(k, l)$. В силу определения этой матрицы и леммы 3 для $\alpha = \pi/3$ имеем соотношения $\Phi^3 = \Pi^3(\pi/3; k, l) = E + J(\pi; k, l) - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll}$, из которых, ввиду определения (6) матрицы $J(\alpha; k, l)$, следуют нужные равенства $\Phi^3 = E - \varepsilon_{kk} - \varepsilon_{ll} - 1 \cdot \varepsilon_{kk} + 0 \cdot \varepsilon_{kl} - 0 \cdot \varepsilon_{lk} - 1 \cdot \varepsilon_{ll} = E - 2 \cdot \varepsilon_{kk} - 2 \cdot \varepsilon_{ll} = \bar{E}(k, l)$.

Теперь покажем, что при всяком $i = \overline{1, r}$ для матрицы $\Phi = \Phi(k, l)$ имеет место оценка $\det \Phi\{i\} \geq 1/2$. Из структуры матрицы $\Phi(k, l)$ следует, что при всяком $i = \overline{1, k-1}$ главная угловая подматрица i -го порядка совпадает с единичной матрицей того же порядка, поэтому $\det \Phi\{i\} = 1 \geq 1/2$ для всех $i = \overline{1, k-1}$. При $i = \overline{k, l-1}$ главная ведущая подматрица i -го порядка совпадает с верхнетреугольной матрицей, на главной диагонали которой находятся единицы, за исключением k -й строки (здесь диагональным элементом является $\cos(\pi/3)$). Отсюда, поскольку определитель верхнетреугольной матрицы равен произведению элементов, стоящих на главной диагонали, следует, что при всех $i = \overline{k, l-1}$ для главного углового минора i -го порядка матрицы $\Phi(k, l)$ справедливы соотношения $\det \Phi\{i\} = 1 \cdot 1 \cdot \dots \cdot 1 \cdot \cos(\pi/3) \cdot 1 \cdot \dots \cdot 1 = 1/2 \geq 1/2$. Рассмотрим, наконец, определитель подматрицы $\Phi(k, l)\{i\}$ при любом $i \in \{l, \dots, r\}$. Последовательно используя формулу разложения Лапласа [1, с. 19] по элементам каждого из столбцов матрицы $\Phi(k, l)\{i\}$, начиная с первого, за исключением k -го и l -го столбцов, в результате придем к равенству

$$\det \Phi(k, l)\{i\} = \begin{vmatrix} \cos(\pi/3) & \sin(\pi/3) \\ -\sin(\pi/3) & \cos(\pi/3) \end{vmatrix}, \quad i \in \{l, \dots, r\}, \quad (9)$$

очевидно, обеспечивающему при всяком $i \in \{l, \dots, r\}$ оценку $\det \Phi(k, l)\{i\} \geq 1/2$. Таким образом, для любого $i = \overline{1, r}$ выполняется требуемое неравенство $\det \Phi(k, l)\{i\} \geq 1/2$.

Кроме того, так как главный угловой минор r -го порядка матрицы совпадает с ее определителем, то, ввиду формулы (9), выполняется и равенство $\det \Phi(k, l) = \det \Phi(k, l)\{r\} = 1$. Теорема 3 доказана.

Замечание 7. Теорема 3 устанавливает представление матрицы $\bar{E}(k, l) \in M_n$ в виде произведения трех матриц $\Phi(k, l) \in M_n$, являющихся строго ρ -положительно регулярными матрицами с $\rho = 1/2$.

Для произвольных чисел $1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$ и $\alpha \in (0, 2\pi)$ рассмотрим матрицы $J(\alpha; k_1, l_1), J(\alpha; k_2, l_2), \dots, J(\alpha; k_s, l_s) \in M_n$, на основании которых определим следующую $(n \times n)$ -матрицу

$$J(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) := J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_s, l_s). \quad (10)$$

Замечание 8. Из определения матриц $J(\alpha; k_1, l_1), J(\alpha; k_2, l_2), \dots, J(\alpha; k_s, l_s) \in M_n$ очевидным образом вытекает, что матрица (10) является блочно-диагональной, на главной диагонали которой стоят блоки-матрицы, аналогичные (6).

Лемма 4. Для произвольных чисел $p \in \mathbb{N}$, $\alpha \in (0, 2\pi)$ и $1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$, а также матриц $J(\alpha; k_1, l_1), J(\alpha; k_2, l_2), \dots, J(\alpha; k_s, l_s) \in M_n$ имеет место равенство

$$J^p(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) = J(p\alpha; k_1, l_1) + J(p\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(p\alpha; k_s, l_s) \in M_n. \quad (11)$$

Доказательство. Зафиксируем любые числа $\alpha \in (0, 2\pi)$ и $1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$ и введем в рассмотрение матрицы $J(\alpha; k_1, l_1), J(\alpha; k_2, l_2), \dots, J(\alpha; k_s, l_s) \in M_n$, определяемые формулами (6), а также матрицу $J(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) \in M_n$, устанавливаемую равенством (10). Соотношение (11) докажем с помощью метода математической индукции по натуральной степени p матрицы $J(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s)$.

При $p=2$ в силу определения матрицы $J(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s)$, неравенств $1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$, а также леммы 1 имеем соотношения

$$\begin{aligned} J^2(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) &= (J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_s, l_s)) \times \\ &\quad \times (J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_s, l_s)) = \\ &= J(\alpha; k_1, l_1)J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_1, l_1)J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_1, l_1)J(\alpha; k_s, l_s) + \\ &+ J(\alpha; k_2, l_2)J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_2, l_2)J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_2, l_2)J(\alpha; k_s, l_s) + \dots + \\ &+ J(\alpha; k_s, l_s)J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_s, l_s)J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_s, l_s)J(\alpha; k_s, l_s) = \\ &= J^2(\alpha; k_1, l_1) + 0 + \dots + 0 + 0 + J^2(\alpha; k_2, l_2) + \dots + 0 + \dots + 0 + 0 + \dots + J^2(\alpha; k_s, l_s) = \\ &= J(2\alpha; k_1, l_1) + J(2\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(2\alpha; k_s, l_s). \end{aligned}$$

Предположим теперь, что равенство (11) выполняется при $p=r-1$, т.е. справедлива формула

$$J^{r-1}(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) := J((r-1)\alpha; k_1, l_1) + J((r-1)\alpha; k_2, l_2) + \dots + J((r-1)\alpha; k_s, l_s). \quad (12)$$

Применяя это соотношение, докажем равенство (11) для $p=r$. Поскольку имеет место равенство

$$J^r(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) = J^{r-1}(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) \cdot J(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s),$$

то, воспользовавшись индуктивным предположением (11), а также определением (10) матрицы $J(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s)$, а далее – раскрывая скобки, из последнего равенства получим цепь соотношений

$$\begin{aligned}
 J^r(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) &= (J((r-1)\alpha; k_1, l_1) + J((r-1)\alpha; k_2, l_2) + \dots + J((r-1)\alpha; k_s, l_s)) \times \\
 &\times (J(\alpha; k_1, l_1) + J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(\alpha; k_s, l_s)) = J((r-1)\alpha; k_1, l_1) \cdot J(\alpha; k_1, l_1) + \\
 &+ J((r-1)\alpha; k_1, l_1) \cdot J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J((r-1)\alpha; k_1, l_1) \cdot J(\alpha; k_s, l_s) + \\
 &+ J((r-1)\alpha; k_2, l_2) \cdot J(\alpha; k_1, l_1) + J((r-1)\alpha; k_2, l_2) \cdot J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + \\
 &+ J((r-1)\alpha; k_2, l_2) \cdot J(\alpha; k_s, l_s) + \dots + J((r-1)\alpha; k_s, l_s) \cdot J(\alpha; k_1, l_1) + \\
 &+ J((r-1)\alpha; k_s, l_s) \cdot J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J((r-1)\alpha; k_s, l_s) \cdot J(\alpha; k_s, l_s).
 \end{aligned} \tag{13}$$

В силу неравенства $J((r-1)\alpha; k_i, l_i) \neq J(\alpha; k_j, l_j)$, верного при $i \neq j$, $i, j \in \{1, \dots, s\}$, ввиду формул (6), на основании леммы 1 установим равенства $J((r-1)\alpha; k_i, l_i) \cdot J(\alpha; k_j, l_j) = 0$, $i \neq j$, $i, j \in \{1, \dots, s\}$. Поэтому из формулы (13) следует соотношение

$$\begin{aligned}
 J^r(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) &= J((r-1)\alpha; k_1, l_1) \cdot J(\alpha; k_1, l_1) + \dots + \\
 &+ J((r-1)\alpha; k_2, l_2) \cdot J(\alpha; k_2, l_2) + \dots + J((r-1)\alpha; k_s, l_s) \cdot J(\alpha; k_s, l_s),
 \end{aligned}$$

из которого в силу леммы 3 вытекает требуемое равенство

$$J^r(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) = J(r\alpha; k_1, l_1) + J(r\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(r\alpha; k_s, l_s).$$

На основании принципа математической индукции заключаем, что равенство

$$J^p(\alpha; k_1, l_1, \dots, k_s, l_s) = J(p\alpha; k_1, l_1) + J(p\alpha; k_2, l_2) + \dots + J(p\alpha; k_s, l_s)$$

выполняется для любой натуральной степени p и всяких $1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$. Лемма 4 доказана.

Теорема 3 позволяет свое обобщение. Прежде чем переходить к такому обобщению, введем необходимые нам в дальнейшем обозначения и определения. Пусть $\bar{E}(k_1, l_1, k_2, l_2, \dots, k_s, l_s) \in M_n$ ($1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$) – матрица, полученная из единичной заменой элементов 1, стоящих в $k_1, l_1, k_2, l_2, \dots, k_s, l_s$ строках на -1. Такие матрицы далее будем называть «почти единичными».

Для вышеуказанной матрицы $\bar{E}(k_1, l_1, k_2, l_2, \dots, k_s, l_s) \in M_n$ введем также ряд обозначений

$$r_1 := l_1, \quad r_2 := l_2 - r_1, \quad r_3 := l_3 - r_1 - r_2, \quad \dots, \quad r_{s-1} := l_{s-1} - \sum_{i=1}^{s-2} r_i, \tag{14}$$

$$k'_j := k_j - \sum_{i=1}^{j-1} r_i, \quad l'_j := l_j - \sum_{i=1}^{j-1} r_i = r_j, \quad j = \overline{1, s} \tag{15}$$

и рассмотрим квадратные матрицы $\Pi_1(\alpha; k'_1, l'_1), \Pi_2(\alpha; k'_2, l'_2), \dots, \Pi_{s-1}(\alpha; k'_{s-1}, l'_{s-1})$, порядки которых равны соответственно r_1, r_2, \dots, r_{s-1} и которые определяются равенствами (8). Пусть E_s – единичная матрица размерности $r_s = n - \sum_{i=1}^{s-1} r_i$ (если $r_s = 0$, то в рассматриваемой матрице блок E_s отсутствует). Для всех $i \in \{1, \dots, s-1\}$ положим $\Phi_i(k'_i, l'_i) := \Pi_i(\pi / 3; k'_i, l'_i) \in M_{r_i}$ и обозначим через $\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) \in M_n$ матрицу

$$\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) := \text{diag}(\Phi_1(k'_1, l'_1), \Phi_2(\alpha; k'_2, l'_2), \dots, \Phi_{s-1}(k'_{s-1}, l'_{s-1}), E_s). \tag{16}$$

По свойству произведения блочных матриц [1, с. 30], а также того, что $\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})$ – матрица блочно-диагонального вида, имеем равенства [1, с. 38]

$$\begin{aligned} \Phi^3(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) &= (\text{diag}(\Phi_1(k'_1, l'_1), \Phi_2(\alpha; k'_2, l'_2), \dots, \Phi_{s-1}(k'_{s-1}, l'_{s-1}), E_s))^3 = \\ &= \text{diag}(\Phi_1^3(k'_1, l'_1), \dots, \Phi_{s-1}^3(k'_{s-1}, l'_{s-1}), E_s^3). \end{aligned}$$

На основании теоремы 3 для всех $i = \overline{1, s-1}$ получим соотношения $\Phi_i^3(k'_i, l'_i) = \bar{E}(k'_i, l'_i) \in M_{r_i}$. Отсюда, ввиду очевидного равенства $E_s^3 = E_s$, следующего из определения матрицы E_s , вытекает соотношение

$$\Phi^3(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) = \text{diag}(\bar{E}_1(k'_1, l'_1), \dots, \bar{E}_{s-1}(k'_{s-1}, l'_{s-1}), E_s).$$

В силу же определений (14), (15) индексов r_i, k'_i, l'_i , а также матриц $\bar{E}(k'_i, l'_i) \in M_{r_i}, i = \overline{1, s-1}$, выполняется равенство $\text{diag}(\bar{E}_1(k'_1, l'_1), \dots, \bar{E}_{s-1}(k'_{s-1}, l'_{s-1}), E_s) = \bar{E}(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) \in M_n$. Следовательно,

$$\Phi^3(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) = \bar{E}(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}). \quad (17)$$

Замечание 9. Из структуры матрицы блочно-диагонального вида следует, что все ее главные угловые подматрицы суть матрицы блочно-диагонального вида. Кроме того, для главных угловых миноров i -го порядка такой матрицы $A = \text{diag}(A_1, A_2, \dots, A_s), A_i \in M_{r_i}$, очевидно, выполняются равенства

$$\det A\{i\} = \begin{cases} \det A_1 \cdot \det A_2 \cdot \dots \cdot \det A_i & \text{в случае } i = r_1 + \dots + r_i, \\ \det A_1 \cdot \det A_2 \cdot \dots \cdot \det A_{i-1} \cdot \det A_i\{j\}, & \text{где } j = i - \sum_{k=1}^{i-1} r_k, \text{ для случая } 0 < i < \sum_{k=1}^l r_k. \end{cases}$$

Из теоремы 3 следует, что при всех $i = \overline{1, s-1}$ и $j = \overline{1, l_i}$ для матрицы $\Phi_i(k_i, l_i)$ имеют место оценка

$$\det \Phi_i(k_i, l_i)\{j\} \geq 1/2 \quad (18)$$

и равенства

$$\det \Phi_i(k_i, l_i) = 1. \quad (19)$$

Возьмем произвольный индекс $i \in \{1, \dots, n\}$. Тогда из определения (16) матрицы $\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})$, замечания 9 и равенств (19) следует, что если $i = l_1 + l_2 + \dots + l_t$, где $t \in \{1, \dots, s-1\}$, то выполняются соотношения

$$\det \Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})\{i\} = \det \Phi_1(k_1, l_1) \cdot \dots \cdot \det \Phi_t(k_t, l_t) = 1 \cdot \dots \cdot 1 = 1 \geq 1/2. \quad (20)$$

Если же $l_1 + \dots + l_{t-1} < i < l_1 + \dots + l_t \leq l_1 + \dots + l_{s-1}$, где $t \in \{1, \dots, s-1\}$, то в силу определения (16) матрицы $\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})$, замечания 9, формул (19) и (18) справедливы соотношения

$$\begin{aligned} \det \Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})\{i\} &= \det \Phi_1(k_1, l_1) \cdot \dots \cdot \det \Phi_{t-1}(k_{t-1}, l_{t-1}) \cdot \det \Phi_t(k_t, l_t)\{j\} = \\ &= 1 \cdot \dots \cdot 1 \cdot \det \Phi_t(k_t, l_t)\{j\} \geq 1/2, \text{ где } j = i - \sum_{k=1}^{t-1} r_k \end{aligned} \quad (21)$$

Поскольку главный угловой (ведущий) минор единичной матрицы – единичная матрица, то для случая $l_1 + l_2 + \dots + l_{s-1} < i \leq n$, пользуясь определением (16) матрицы $\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})$, замечанием 9, формулой (19), установим соотношения

$$\begin{aligned} \det \Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})\{i\} &= \det \Phi_1(k_1, l_1) \cdot \dots \cdot \det \Phi_{s-1}(k_{s-1}, l_{s-1}) \cdot \det E_s\{j\} = \\ &= 1 \cdot \dots \cdot 1 \cdot \det E_s\{j\} = 1 \cdot \dots \cdot 1 \cdot 1 \geq 1/2, \text{ где } j = i - \sum_{k=1}^{s-1} r_k. \end{aligned} \quad (22)$$

Таким образом, из формул (17), (20)–(22) вытекает следующая

Теорема 4. Для любых натуральных чисел $1 \leq k_1 < l_1 < k_2 < l_2 < \dots < k_s < l_s \leq n$ и «почти единичной» матрицы $\bar{E}(k_1, l_1, k_2, l_2, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) \in M_n$ найдется такая $(n \times n)$ -матрица $\Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) = \text{diag}(\Phi_1(k'_1, l'_1), \Phi_2(\alpha; k'_2, l'_2), \dots, \Phi_{s-1}(k'_{s-1}, l'_{s-1}), E_s)$, в которой $\Phi_i(k'_i, l'_i) \in M_{r_i}$, $i = \overline{1, s-1}$, $E_s \in M_{r_s}$, а индексы r_i, k'_i, l'_i определяются формулами (14) и (15), и для которой имеют место соотношения $\Phi^3(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) = \bar{E}(k_1, l_1, k_2, l_2, \dots, k_{s-1}, l_{s-1})$ и $\det \Phi(k_1, l_1, \dots, k_{s-1}, l_{s-1}) \{i\} \geq 1/2$ при каждом $i \in \{1, \dots, n\}$.

Замечание 10. Теорема 4 дает представление «почти единичной» матрицы, т.е. матрицы, полученной из единичной заменой некоторого четного количества 1, стоящих на главной диагонали, на -1, в виде произведения трех строго ρ -положительно регулярных матриц с числом $\rho = 1/2$.

Следующий пример 1 является подтверждением теоремы 4.

Пример 1. Рассмотрим матрицу пятого порядка

$$M := \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Нетрудно установить, что для нее справедлива цепочка равенств

$$M = \begin{pmatrix} \cos \pi & 0 & \sin \pi & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin \pi & 0 & \cos \pi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \pi & \sin \pi \\ 0 & 0 & 0 & -\sin \pi & \cos \pi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\pi/3) & 0 & \sin(\pi/3) & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin(\pi/3) & 0 & \cos(\pi/3) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos(\pi/3) & \sin(\pi/3) \\ 0 & 0 & 0 & -\sin(\pi/3) & \cos(\pi/3) \end{pmatrix}^3 =: \Phi^3(1, 3, 4, 5) =: \Phi^3$$

и оценки

$$\begin{aligned} \det \Phi\{1\} &= \cos(\pi/3) \geq 1/2, & \det \Phi\{2\} &= 1 \cdot \cos(\pi/3) \geq 1/2, \\ \det \Phi\{3\} &= (-1)^{2+2} \cdot 1 \cdot (\cos^2(\pi/3) + \sin^2(\pi/3)) = 1 \geq 1/2, \\ \det \Phi\{4\} &= \det \Phi\{3\} \cdot (-1)^{4+4} \cos(\pi/3) = 1 \geq 1/2, \\ \det \Phi\{5\} &= \det \Phi\{3\} \cdot (\cos^2(\pi/3) + \sin^2(\pi/3)) = 1 \geq 1/2, \end{aligned}$$

которые устанавливают представление матрицы M в виде произведения трех строго $1/2$ -положительно регулярных матриц (трех матриц $\Phi = \Phi(1, 3, 4, 5)$).

Замечание 11. Заметим, что при использовании в качестве строго положительно регулярных матриц матрицы плоских вращений (как в теореме 4) разложение «почти единичной» матрицы в произведение двух указанных матриц не представляется возможным.

Действительно, рассмотрим следующий пример 2. Возьмем произведение двух (2×2) -матриц плоских вращений на углы соответственно α и $\beta \in \mathbb{R}$ от e_2 к e_1

$$J_1(\alpha, 1, 2) = \begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}, \quad J_2(\beta, 1, 2) = \begin{pmatrix} \cos \beta & \sin \beta \\ -\sin \beta & \cos \beta \end{pmatrix}, \quad \alpha, \beta \in \mathbb{R}.$$

Тогда имеет место равенство

$$J_1(\alpha, 1, 2) \cdot J_2(\beta, 1, 2) = \begin{pmatrix} \cos(\alpha+\beta) & \sin(\alpha+\beta) \\ -\sin(\alpha+\beta) & \cos(\alpha+\beta) \end{pmatrix}. \tag{23}$$

Для квадратных матриц второго порядка «почти единичной», очевидно, является матрица

$$\bar{E}(1,2) = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \pi & \sin \pi \\ -\sin \pi & \cos \pi \end{pmatrix}. \quad (24)$$

Из равенств (23) и (24) следует, что для того, чтобы произведение $J_1(\alpha,1,2) \cdot J_2(\beta,1,2)$ было равно матрице $\bar{E}(1,2)$, необходимо и достаточно выполнение соотношения

$$\alpha + \beta = \pi + 2\pi l \text{ при некотором } l \in \mathbb{Z}. \quad (25)$$

Однако для того, чтобы матрицы $J_1(\alpha,1,2)$ и $J_2(\beta,1,2)$ были строго положительно регулярными, очевидно, необходима реализация неравенств

$$-\pi/2 + 2\pi k < \alpha < \pi/2 + 2\pi k, \quad k \in \mathbb{Z}, \text{ и } -\pi/2 + 2\pi m < \beta < \pi/2 + 2\pi m, \quad m \in \mathbb{Z},$$

$$\text{т.е. } -\pi + 2\pi(k+m) < \alpha + \beta < \pi + 2\pi(k+m), \quad k, m \in \mathbb{Z}.$$

Последнее же неравенство указывает, что ни при каких α и β ($k, m \in \mathbb{Z}$) соотношение (25) выполняться не будет. Это значит, что даже в двумерном случае для представления «почти единичной» матрицы в виде произведения строго положительно регулярных матриц недостаточно двух сомножителей, являющихся матрицами плоских вращений.

Заключение. Полученные результаты позволят установить представление квадратной матрицы произвольного порядка с положительным определителем (коей является матрица Коши некоторой линейной динамической системы на фиксированном промежутке) в виде произведения пяти строго ρ -положительно регулярных матриц с заданным числом $\rho > 0$. Этот факт, в свою очередь, поможет в дальнейшем доказать равномерную глобальную достижимость линейных динамических систем.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГПНИ «Конвергенция-2025» (подпрограмма «Методы математического моделирования сложных систем», задание 1.2.01 «Управление асимптотическими характеристиками дискретных и непрерывных динамических систем; разработка аппарата дробного интегро-дифференцирования для изучения задач разрешимости дифференциальных уравнений дробного порядка и асимптотики их решений» (№ ГР 20211316)).

ЛИТЕРАТУРА

1. Хорн, Р. Матричный анализ / Р. Хорн, Ч. Джонсон. – М.: Мир, 1989. – 655 с.
2. Тыртышников, Е.Е. Методы численного анализа / Е.Е. Тыртышников. – М., 2006. – 291 с.

REFERENCES

1. Chorn R., Johnson Ch. *Matrichni analiz* [Matrix Analysis], Moscow: Mir, 1989, 656 p.
2. Tyrtshnikov E.E. *Metody chislennogo analiza* [Methods of numerical analysis], Moscow, 2006, 291 p.

Поступила в редакцию 27.06.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: tatyanka.aleksandrovich@mail.ru – Александрович Т.А.

УДК 517.982.4

ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБОБЩЕННЫХ ФУНКЦИЙ МЕДЛЕННОГО РОСТА

Ю.М. Вувуникян, Е.В. Банюкевич

Учреждение образования «Гродненский государственный
университет имени Янки Купалы»

Ставится задача ввести и исследовать вейвлет-преобразование на пространстве обобщенных функций медленного роста.

Цель работы – изучить основные свойства вейвлет-преобразования на пространстве обобщенных функций медленного роста и построить соответствующее обратное вейвлет-преобразование.

Приводятся сведения о полученных за последние годы результатах применения вейвлет-преобразования в различных разделах математики, экономики, сейсмологии, машиностроения и других областях.

Материал и методы. Объектом исследования являются обобщенные функции медленного роста, определенные на числовой оси, предметом – вейвлет-преобразование обобщенных функций медленного роста. Для достижения поставленной цели используются известные методы, свойства и теоремы теории математического и функционального анализа, в частности, теория вейвлетов и обобщенных функций.

Результаты и их обсуждение. Доказана принадлежность вейвлет-преобразования функций из пространства Шварца на числовой оси пространству Шварца на открытой правой полуплоскости, определено вейвлет-преобразование на пространстве обобщенных функций медленного роста и доказана его линейность и непрерывность, а также справедливость теоремы об обратном вейвлет-преобразовании для восстановления обобщенных функций медленного роста при выполнении некоторых условий. Приведен пример, демонстрирующий справедливость формулы обратного вейвлет-преобразования.

Заключение. Таким образом, рассмотрено вейвлет-преобразование обобщенных функций медленного роста и доказаны некоторые его свойства. Результаты, приведенные в данной работе, могут послужить дальнейшему развитию теории вейвлет-преобразования обобщенных функций и их приложениям.

Ключевые слова: вейвлет, вейвлет-преобразование, обобщенная функция, обобщенная функция медленного роста, преобразование Фурье, пространство Шварца.

WAVELET TRANSFORM IN THE SLOW GROWING GENERALIZED FUNCTIONS SPACES

Yu.M. Vuvunikyán, E.V. Baniukevich

Education Establishment “Yanka Kupala State University of Grodno”

The task is to introduce and study the wavelet transform on the slow growing generalized functions spaces.

The purpose is to learn general properties of the slow growing generalized functions wavelet transform and create the corresponding inverse wavelet transform.

The introduction contains the latest year information about previous results of the wavelet transform applications of in various branches of mathematics, economics, seismology, mechanical engineering and other sciences.

Material and methods. The study object is the slow growing generalized functions defined on the numerical axis. The study subject is the slow growing generalized functions wavelet transformation. Commonly known methods, properties and theorems of the mathematical and function analysis, are used to achieve the purpose; particularly, the theory of wavelet and generalized functions.

Findings and their discussion. It is proved that the wavelet transform of Schwarz space functions belongs to the same space on the open right half-space. The wavelet transformation is defined on the slow growing generalized functions. The slow growing generalized functions wavelet transform linearity and continuity are proved. The theorem about the inverse wavelet transform for the recovery of slow growing generalized functions is given; its validity with certain conditions is proved. An example which demonstrates the inverse wavelet transform operation is given.

Conclusion. Thus, the wavelet transform of the slow growing generalized functions is considered and its properties are proved. The obtained results can be used for further development of the generalized functions theory and its applications.

Key words: wavelet, wavelet transform, generalized function, slow growing generalized function, Furrier transform, Schwarz space.

Традиционно вейвлет-преобразование определялось и рассматривалось в пространстве квадратично интегрируемых функций, чему посвящено много работ [1; 2]. В последние годы дискретное вейвлет-преобразование продолжает использоваться в качестве альтернативного метода замены быстрого преобразования Фурье для увеличения спектральной эффективности [3]. Вейвлет-преобразование активно применяется в экономике, например, в стратегии динамического хеджирования, основанной на вейвлетах [4]. Независимо от того, в какой области науки получены и находят применение временные ряды, актуальным остается использование вейвлет-преобразований для их анализа. Это связано с тем, что вейвлет-анализ позволяет успешно решать задачи выделения периодичности, тренда, сезонных компонент и т.п., что продемонстрировано в работе [5].

В исследованиях последних лет описываются одни из первых вейвлетов, так, например, в [6] построена вейвлет-фрактальная модель обнаружения геохимических аномалий на основе модифицированного ядра вейвлетов Морле.

Результаты, полученные в сейсмологии, показывают, что разложенные на основе вейвлетов записи сейсмического отклика земли с использованием шумоподавления обеспечивают лучшую производительность при динамическом анализе по сравнению с разложенными записями на основе понижающей дискретизации [7].

Вейвлеты активно применяются в машиностроении, например, в работе [8] показаны преимущества и недостатки подхода к текстуре поверхности с использованием дробных сплайновых вейвлетов, которые могут быть напрямую применены для лучшей диагностики поверхности изготовленных деталей машин.

Ранее нами было введено вейвлет-преобразование на пространстве обобщенных функций медленного роста (см. [9]), финитных обобщенных функций [10].

Цель статьи – изучение основных свойств вейвлет-преобразования на пространстве обобщенных функций и построение соответствующего обратного вейвлет-преобразования.

Материал и методы. Объектом исследования являются обобщенные функции медленного роста, определенные на числовой оси. Предмет исследования – вейвлет-преобразование обобщенных функций медленного роста. Для достижения поставленной цели используются широко известные методы, свойства и теоремы теории математического и функционального анализа, в частности, теория вейвлетов и обобщенных функций.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрим вейвлет-преобразование медленно растущих обобщенных функций. Обозначим S пространство Шварца – пространство бесконечно дифференцируемых быстро убывающих комплекснозначных функций f на числовой прямой \mathbb{R}

$$S = \left\{ f \in C^\infty(\mathbb{R}) : |x^m f^{(k)}(x)| < +\infty \right\}, \text{ для всех } k, m \in \mathbb{N}_0,$$

\mathbb{N}_0 – множество целых неотрицательных чисел.

Определим вейвлет-преобразование для функции пространства Шварца, то есть для $f \in S$ и вейвлета $\psi \in S$

$$W_\psi f(a, b) = (f * \psi_{-a})(b) = \int_{\mathbb{R}} f(t) \psi_{-a}(b-t) dt, \quad (1)$$

где с помощью $\psi_{-a} \in S$ обозначили вейвлет $a^{-1} \psi\left(\frac{t}{-a}\right) \in S$, $a > 0$, $b \in \mathbb{R}$.

Далее обозначим функциональное пространство $S(\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R})$ – пространство всех бесконечно дифференцируемых функций f , таких, что для $\ell, k \in \mathbb{N}_0$ и $\alpha, \beta \in \mathbb{N}_0$ (где \mathbb{N}_0 – множество всех неотрицательных целых чисел)

$$\gamma_{\ell, \alpha, k, \beta}(f) = \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| a^\ell b^\alpha \left(\frac{\partial}{\partial a} \right)^k \left(\frac{\partial}{\partial b} \right)^\beta f(b, a) \right| < \infty.$$

Пусть $0 \leq \ell \leq r, 0 \leq \alpha \leq j, 0 \leq k \leq p, 0 \leq \beta \leq q$ и $m = \max\{r, j, p, q\}$.

Зададим топологию при помощи счетной системы норм

$$\|f\|_m = \gamma_{m, m, m, m}(f).$$

В работе [9] показано, что определение вейвлет-преобразования может быть представлено через преобразование Фурье, то есть, если использовать свойства преобразования Фурье для функций пространства Шварца, можем получить следующее:

Определение 1. Вейвлет-преобразованием функции пространства Шварца f называется функция $W_\psi f(a, b)$, задаваемая равенством

$$W_\psi f(a, b) = \left(\hat{f}, e^{2\pi i \omega b} \overline{\hat{\psi}(a\omega)} \right), \tag{2}$$

где \hat{f} , $\hat{\psi}$ – преобразование Фурье соответственно функции $f \in S$ и функции $\psi \in S$.

Следует отметить, что ранее не доказывалась принадлежность вейвлет-преобразования функций из пространства Шварца этому же пространству.

Теорема 1. Пусть вейвлет $\psi \in S(\mathbb{R})$. Тогда вейвлет-преобразование W_ψ , определенное на пространстве Шварца $S(\mathbb{R})$, является непрерывным линейным отображением пространства $S(\mathbb{R})$ в пространство $S(\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R})$.

Доказательство. Пользуемся определением вейвлет-преобразования (1) быстро убывающих функций

$$|W_\psi f| \leq \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| a^m b^m \left(\frac{\partial}{\partial a} \right)^m \left(\frac{\partial}{\partial b} \right)^m (W_\psi f)(a, b) \right|.$$

Так как вейвлет – гладкая функция, то он порождает регулярную гладкую функцию

$$|W_\psi f| \leq \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| \left\langle f, a^m b^m \left(\frac{\partial}{\partial a} \right)^m \left(\frac{\partial}{\partial b} \right)^m a^{-1} \psi \left(\frac{t-b}{a} \right) \right\rangle \right|.$$

В таком виде невозможно разделить переменные a и b , поэтому работаем с определением вейвлет-преобразования (2) через преобразование Фурье

$$|W_\psi f| \leq \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| b^m a^m \left(\hat{f}(\omega), \left(\frac{\partial}{\partial b} \right)^m e^{2\pi i \omega b} \left(\frac{\partial}{\partial a} \right)^m \overline{\hat{\psi}(a\omega)} \right) \right|.$$

Теперь найдем частные производные и получим:

$$|W_\psi f| \leq (2\pi)^m \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| b^m a^m \left(\omega^m \hat{f}(\omega), e^{2\pi i \omega b} \left(\frac{\partial}{\partial a} \right)^m \overline{\hat{\psi}(a\omega)} \right) \right|.$$

Так как над функцией f осуществили преобразование Фурье, имеет место запись через интеграл:

$$|W_\psi f| \leq (2\pi)^m \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| b^m a^m \int_{\mathbb{R}} \omega^m \hat{f}(\omega) e^{2\pi i \omega b} \left(\frac{\partial}{\partial a} \right)^m \overline{\hat{\psi}(a\omega)} d\omega \right|.$$

Рассмотрим подробнее интеграл в правой части неравенства и найдем частные производные порядка m преобразования Фурье вейвлета и приведем подобные:

$$|W_{\psi} f| \leq (2\pi)^{2m} \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| b^m a^m \int_{\mathbb{R}} \omega^{2m} \hat{f}(\omega) e^{2\pi i \omega b} \left(\int_{\mathbb{R}} t^m e^{2\pi i a \omega t} \overline{\psi(t)} dt \right) d\omega \right|.$$

Отдельно рассмотрим внутренний интеграл и проинтегрируем его по частям [11, с. 336]

$$\begin{aligned} \int_{\mathbb{R}} t^m e^{2\pi i a \omega t} \overline{\psi(t)} dt &= (2\pi i a \omega)^{-1} \int_{\mathbb{R}} t^m \overline{\psi(t)} d(e^{2\pi i a \omega t}) = \\ &= (2\pi i a \omega)^{-1} \left[t^m \overline{\psi(t)} e^{2\pi i a \omega t} \right]_{-\infty}^{+\infty} - (2\pi i a \omega)^{-1} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \frac{d}{dt} (t^m \overline{\psi(t)}) dt. \end{aligned} \quad (3)$$

Необходимо найти значение выражения:

$$(2\pi i a \omega)^{-1} \left[t^m \overline{\psi(t)} e^{2\pi i a \omega t} \right]_{-\infty}^{+\infty}.$$

Так как вейвлет-функция $\overline{\psi(t)} \in S$, то выполняется неравенство:

$$\begin{aligned} |t^{m_1} \overline{\psi(t)}| &= |t^{m_1}| \cdot |\overline{\psi(t)}| \leq C_{m_1}, \text{ где } m_1 = m+1 \text{ и } |\overline{\psi(t)}| \leq C_0: \\ |\overline{\psi(t)}| + |t^{m+1}| \cdot |\overline{\psi(t)}| &\leq C_{m+1} + C_0, \\ (1 + |t^{m+1}|) \cdot |\overline{\psi(t)}| &\leq C, \text{ где } C_{m+1} + C_0 = C, \\ |t^m| \cdot |\overline{\psi(t)}| &\leq C \cdot \frac{|t^m|}{1 + |t^{m+1}|}. \end{aligned}$$

Теперь оценим первое слагаемое в выражении (3)

$$\left[t^m \overline{\psi(t)} e^{2\pi i a \omega t} \right]_{-\infty}^{+\infty} \leq \left[t^m \overline{\psi(t)} \right]_{-\infty}^{+\infty} \leq C \cdot \frac{|t^m|}{1 + |t^{m+1}|} \Bigg|_{-\infty}^{+\infty}.$$

Далее переходим к пределу при $t \rightarrow \infty$:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{|t^m|}{1 + |t^{m+1}|} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{|t^m| / |t^{m+1}|}{1/|t^{m+1}| + |t^{m+1}| / |t^{m+1}|} = \frac{0}{1} = 0.$$

Следовательно, и все выражение обращается в нуль. Тогда, вернувшись к выражению (3), получим:

$$-(2\pi i a \omega)^{-1} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \frac{d}{dt} (t^m \overline{\psi(t)}) dt. \quad (4)$$

И так повторим для (4) интегрирование по частям $m-1$ раз, в результате чего получим:

$$(-2\pi i a \omega)^{-m} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt. \quad (5)$$

Отметим,

$$(-1)^m i^{-m} = \frac{i^{2m}}{i^m} = i^m,$$

тогда последнее выражение (5) примет вид:

$$i^m (2\pi a \omega)^{-m} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt.$$

Возвращаемся к исходному неравенству, имеем:

$$|W_{\psi} f| \leq (2\pi)^m \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| b^m \int_{\mathbb{R}} \omega^m \hat{f}(\omega) e^{2\pi i \omega b} \left(\int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt \right) d\omega \right|.$$

Рассмотрим интеграл по ω , проинтегрируем его по частям и получим:

$$(2\pi i b)^{-1} e^{2\pi i \omega b} \omega^m \hat{f}(\omega) \left(\int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt \right) \Big|_{-\infty}^{+\infty} - \\ - (2\pi i b)^{-1} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i \omega b} \frac{\partial}{\partial \omega} \left[\omega^m \hat{f}(\omega) \left(\int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt \right) \right] d\omega.$$

Рассмотрим выражения

$$(2\pi i b)^{-1} e^{2\pi i \omega b} \omega^m \hat{f}(\omega) \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt \Big|_{-\infty}^{+\infty}.$$

Так как $\psi(t)$ – вейвлет-функция из S , то и ее преобразование Фурье и вся подынтегральная функция принадлежат пространству Шварца, значит, интеграл ограничен. Функция f из пространства S (Шварца), и известно, что ее преобразование Фурье также принадлежит указанному пространству. Следовательно, функция $\hat{f} \rightarrow 0$ при $\omega \rightarrow \infty$. Значит, и все выражение стремится к нулю.

Тогда в результате интегрирования по частям остается лишь выражение

$$-(2\pi i b)^{-1} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i \omega b} \frac{\partial}{\partial \omega} \left[\omega^m \hat{f}(\omega) \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt \right] d\omega.$$

И так повторив интегрирование по частям $m-1$ раз, получим:

$$(-1)^m (2\pi i b)^{-m} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i \omega b} \left(\frac{\partial}{\partial \omega} \right)^m \left[\omega^m \hat{f}(\omega) \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt \right] d\omega.$$

Далее применяется формула Лейбница [11, с. 194] и получим:

$$(-1)^m (2\pi i b)^{-m} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i \omega b} \sum_{m_1=0}^m \binom{m}{m_1} \left(\frac{d}{d\omega} \right)^{m-m_1} \left[\omega^m \hat{f}(\omega) \right] \int_{\mathbb{R}} (2\pi i a t)^{m_1} e^{2\pi i a \omega t} \left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) dt d\omega.$$

Применим формулу Лейбница к выражению $\left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)})$, получим

$$\left(\frac{d}{dt} \right)^m (t^m \overline{\psi(t)}) = \sum_{l=0}^m \binom{m}{l} \frac{m!}{l!} t^l \left(\frac{d}{dt} \right)^l \overline{\psi(t)}.$$

Подставим в исходное неравенство и приведем подобные

$$|W_{\psi} f| \leq \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} \left| \sum_{m_1=0}^m \binom{m}{m_1} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i \omega b} \left(\frac{d}{d\omega} \right)^{m-m_1} \left[\omega^m \hat{f}(\omega) \right] \times \right.$$

$$\times (2\pi ia)^{m_1} \sum_{l=0}^m \binom{m}{l} \frac{m!}{l!} \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \overline{\psi(t)} dt d\omega \Big|.$$

И в третий раз применим формулу Лейбница и получим следующее выражение:

$$\begin{aligned} |W_\psi f| \leq \sup_{(a,b) \in \mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}} & \left| \sum_{m_1=0}^m \sum_{m_2=0}^{m-m_1} \sum_{l=0}^m \frac{(m!)^4}{m_1! m_2! (m-m_1-m_2)! (l!)^2 (m-l)! (m_1+m_2)!} (2\pi a)^{m_1} \times \right. \\ & \left. \times \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i \omega b} \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \int_{\mathbb{R}} e^{2\pi i a \omega t} t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \overline{\psi(t)} dt d\omega \right|. \end{aligned}$$

Вводится замена

$$A(m, m_1, m_2, l) = \frac{(m!)^4}{m_1! m_2! (m-m_1-m_2)! (l!)^2 (m-l)! (m_1+m_2)!} (2\pi a)^{m_1},$$

и где возможно выносим множители из-под модуля и упрощаем выражение, тогда последнее неравенство примет вид

$$\begin{aligned} |W_\psi f| \leq & \sum_{m_1=0}^m \sum_{m_2=0}^{m-m_1} \sum_{l=0}^m A(m, m_1, m_2, l) \times \\ & \times \left| \int_{\mathbb{R}} \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \int_{\mathbb{R}} t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \overline{\psi(t)} dt d\omega \right|. \end{aligned}$$

Так как вейвлет-функция $\psi \in \mathcal{S}$, то

$$\left| t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \psi(t) \right| \leq \sup_{t \in \mathbb{R}} \left| t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \psi(t) \right| = C_1, \text{ где константа } C_1 > 0$$

и

$$t^2 \left| t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \psi(t) \right| \leq \sup_{t \in \mathbb{R}} \left(t^2 \left| t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \psi(t) \right| \right) = C_2, \text{ где константа } C_2 > 0.$$

Имеем

$$(1+t^2) \left| t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \psi(t) \right| \leq C_1 + C_2 = C_3.$$

Проинтегрируем обе части неравенства, в результате чего получим следующую оценку:

$$\int_{\mathbb{R}} \left| t^{m_1+l} \left(\frac{d}{dt}\right)^l \psi(t) \right| dt \leq C_3 \pi.$$

Аналогично поступаем со вторым интегралом. Так как $f \in \mathcal{S}$, то и $\hat{f} \in \mathcal{S}$, значит,

$$\left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| \leq \sup_{\omega \in \mathbb{R}} \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right|.$$

Обозначим выражение в правой части неравенства

$$C_4 = \sup_{\omega \in \mathbb{R}} \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right|.$$

и

$$\omega^2 \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| \leq \sup_{\omega \in \mathbb{R}} \left(\omega^2 \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| \right).$$

Обозначим выражение в правой части неравенства

$$C_5 = \sup_{\omega \in \mathbb{R}} \left(\omega^2 \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| \right).$$

Получим,

$$(1 + \omega^2) \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| \leq C_4 + C_5.$$

В итоге,

$$\left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| \leq \frac{C}{1 + \omega^2},$$

где $C_4 + C_5 = C$.

Проинтегрируем обе части неравенства и найдем оценку подынтегрального выражения справа:

$$\int_{\mathbb{R}} \left| \omega^{m_1+m_2} \frac{d^{m_2}}{d\omega^{m_2}} \hat{f}(\omega) \right| d\omega \leq \int_{\mathbb{R}} \frac{C}{1 + \omega^2} d\omega = C \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \right) = C\pi.$$

Теперь вернемся к оценке вейвлет-преобразования, введем обозначение $C_6 = CC_3\pi^2$, и оценка примет следующий вид:

$$|W_\psi f| \leq \sum_{m_1=0}^m \binom{m}{m_1} \sum_{m_2=0}^{m-m_1} \binom{m-m_1}{m_2} \sum_{l=0}^m \binom{m}{l} A(m, m_1, m_2, l) C_6.$$

Таким образом $Wf(a, b) \in S(\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R})$.

Теорема доказана.

Далее расширим наше вейвлет-преобразование на пространство, сопряженное к $S(\mathbb{R})$, то есть на пространство обобщенных функций медленного роста $S'(\mathbb{R})$.

В работе [9, с. 15] представлено следующее определение вейвлет-преобразования обобщенной функции медленного роста.

Определение 2. Вейвлет-преобразованием обобщенной функции медленного роста f называется функция $W_\psi f(a, b)$, задаваемая равенством

$$W_\psi f(a, b) = (f * \psi_{-a})(b),$$

где функция $f \in S'$ и $(f * \psi_{-a})(b) = f(\psi_{a,b})$, через $\psi_{-a}(t) = a^{-1}\psi\left(\frac{t}{-a}\right) \in S$, $a > 0$, $b \in \mathbb{R}$, $t \in \mathbb{R}$.

Аналогично предыдущей теореме 1 для вейвлет-преобразования обобщенных функций медленного роста доказывается следующая теорема.

Теорема 2. Вейвлет-преобразование обобщенной функции медленного роста $W : S'(\mathbb{R}) \rightarrow S(\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R})$ является линейным и непрерывным.

Доказательство. По определению пространства S' для каждой медленно растущей обобщенной функции $f \in S'$ существует постоянная C и числа $m \in \mathbb{N}_0$, такие, что для любой функции $\psi \in S$ выполняется неравенство

$$\left| f\left(a^{-1}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)\right) \right| \leq C \left\| a^{-1}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \right\|_m,$$

где $0 < C < \infty$ и m зависят от f , $a > 0$, $b \in \mathbb{R}$, $t \in \mathbb{R}$.

Так как $\psi \in S$ и в [12, с. 119] утверждается, что «операция неособенной замены переменных $\varphi(Ax - B)$ непрерывна из S в S ». Следовательно, и в нашем случае при растяжении функция $a^{-1}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ останется быстро убывающей.

Так как вейвлет $\psi \in S$ зависит от двух параметров, то для него справедлива норма:

$$\|\psi\|_m = \left| a^m b^m \left(\frac{\partial}{\partial a}\right)^m \left(\frac{\partial}{\partial b}\right)^m a^{-1}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \right| < \infty.$$

Обозначим $a^{-1}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right) = a^{-1}\psi(a, b)$. Далее используется формула Лейбница [11, с. 194]

$$\left| a^m b^m \frac{\partial^m}{\partial a^m} a^{-1} \frac{\partial^m}{\partial b^m} \psi(a, b) \right| = \left| a^m b^m \sum_{m_1=0}^m \frac{m!}{m_1!(m-m_1)!} (a^{-1})^{(m_1)} \frac{\partial^m}{\partial b^{m_1}} \psi^{(m-m_1)}(a, b) \right|.$$

Вводится функция $B(k) = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ k, & k \geq 1 \end{cases}$, получим

$$\left| a^m b^m \sum_{m_1=0}^m \frac{m!}{m_1!(m-m_1)!} B(m_1) a^{-1-m_1} \psi^{(m-m_1, m)}(a, b) \right| \leq \sum_{m_1=0}^m \frac{m!}{m_1!(m-m_1)!} B(m_1) a^{-1-m_1} \left| a^m b^m \psi^{(m-m_1, m)}(a, b) \right|.$$

С учетом полученного возвращаемся к оценке вейвлет-преобразования обобщенной функции медленного роста:

$$|\langle f, \psi \rangle| \leq C \|\psi\|_m \leq C \sum_{m_1=0}^m \frac{m!}{m_1!(m-m_1)!} B(m_1) a^{-1-m_1} \left| a^m b^m \psi^{(m-m_1, m)}(a, b) \right|,$$

где $0 < C < \infty$ и m зависят от f .

Таким образом, $W_\psi f(a, b) \in S(\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R})$. Теорема доказана.

Далее приведем формулу обратного вейвлет-преобразования для восстановления обобщенных функций медленного роста.

Теорема 3. Пусть $f \in S'$ – обобщенная функция медленного роста и вейвлет $\psi \in S$, такой, что его преобразование Лапласа не обращается в нуль, $W_\psi f$ – ее вейвлет-преобразование, тогда для восстановления исходной функции f имеет место следующая формула:

$$f = F^{-1}\left(F(W_\psi f) / F(\psi)\right),$$

где F – преобразование Фурье, F^{-1} – обратное преобразование Фурье.

Доказательство. Согласно доказанной ранее теореме $W_\psi : S'(\mathbb{R}) \rightarrow S(\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R})$. Поэтому осуществляя преобразование Фурье над вейвлет-преобразованием обобщенной функции медленного

роста, предварительно зафиксировав параметр масштабирования $a=const$, будут использованы определение преобразования Фурье для функции пространства Шварца [12, с. 124] и свойство свертки обобщенной функции медленного роста и финитной функции

$$F(W_\psi f) = F(f * \psi) = F(f)F(\psi).$$

Рассмотрим функцию $F(\psi)$, так как вейвлет-функция финитная, то в результате преобразования Фурье получаем аналитическую функцию. И согласно [2, с. 55] таких точек, где $F(\psi) = 0$, конечное число, то мы их исключим и получим открытое множество, в котором функция аналитична, и рассматривать ее будем только на нем.

Далее делим на $F(\psi)$ и остается лишь $F(f)$. Так как $f \in S'$, то и $F(f) \in S'$ в соответствии с [12, с. 126], тогда, согласно доказанному в [12, с. 127], F^{-1} есть операция, обратная преобразованию Фурье, то есть $F^{-1}(F(f)) = f$.

И в работе [12, с. 127] доказано, что преобразование Фурье есть взаимно однозначное и непрерывное отображение из S' на S' , следовательно, становится очевидным, что полученная функция $f \in S'$. Теорема доказана.

Пример. Рассмотрим вейвлет-преобразование смещенной δ_{b_0} функции:

$$W_\psi f(a, b) = \delta_{b_0} * \psi_a(t) = \psi_a(t - b + b_0)|_{b=0} = \psi_a(t + b_0).$$

Последнее выражение получено с учетом определения свертки функции с функцией Дирака и ее смещения.

Для построения обратного вейвлет-преобразования зафиксируем параметр смещения a и используем свойство преобразования Фурье для сдвига:

$$\frac{F(\psi(t + b_0))}{F(\psi(t))} = \frac{e^{2\pi i b_0} F(\psi(t))}{F(\psi(t))} = e^{2\pi i b_0}.$$

Теперь найдем обратное преобразование Фурье полученного выражения:

$$\begin{aligned} F^{-1}(e^{2\pi i b_0}) &= \int e^{2\pi i \omega b_0} \cdot 1 \cdot e^{2\pi i \omega t} d\omega = \int e^{2\pi i \omega b_0} \cdot F(\delta) \cdot e^{2\pi i \omega t} d\omega = \\ &= \int e^{2\pi i \omega b_0} \cdot \left(\int e^{2\pi i \omega \cdot 0} dt \right) \cdot e^{2\pi i \omega t} d\omega = \int \left(\int e^{2\pi i \omega \cdot 0} \cdot e^{2\pi i \omega b_0} dt \right) \cdot e^{2\pi i \omega t} d\omega = \\ &= \int F(\delta_{b_0}) \cdot e^{2\pi i \omega t} d\omega = F^{-1}(F(\delta_{b_0})) = \delta_{b_0}. \end{aligned}$$

Таким образом, и для смещенной функции Дирака, которая является элементом пространства обобщенных функций медленного роста, выполняется формула обратного вейвлет-преобразования.

Заключение. В работе рассмотрено вейвлет-преобразование функций пространства Шварца и доказана принадлежность вейвлет-преобразования функций из пространства Шварца этому же пространству. Определено вейвлет-преобразование на пространстве обобщенных функций медленного роста и доказана его линейность и непрерывность. Приведена и доказана формула обратного вейвлет-преобразования для восстановления обобщенных функций медленного роста. Приведен пример, демонстрирующий справедливость формулы обратного вейвлет-преобразования. Таким образом, результаты, приведенные в данной работе, могут послужить дальнейшему развитию теории вейвлет-преобразования обобщенных функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Holschneider, M. Oxford mathematical monographs: Wavelets: an analysis tools / M. Holschneider. – Oxford: University Press, 1999. – 448 p.
2. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам / И. Добеши. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.

3. Parveen, N. Diversity technique using discrete wavelet transform in OFDM system / N. Parveen, K. Abdullah, R. Islam, R.I. Bobby // International Journal of Engineering and Advanced Technology. – 2019. – Vol. 8, № 2. – P. 284–287.
4. Nekhili, R. Co-movements among precious metals and implications for portfolio management: A multivariate wavelet-based dynamic analysis [Electronic resource] / R. Nekhili, J. Sultan, W. Mensi // Resources Policy. – 2021. – Vol. 74. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102419>. – Date of access: 02.02.2022.
5. Schulte, J.A. Wavelet analysis for non-stationary, nonlinear time series [Electronic resource] / J.A. Schulte // Nonlinear Processes in Geophysics. – 2016. – Vol. 23, № 4. – P. 257–267. – Mode of access: 10.5194/npg-23-257-2016. – Date of access: 03.02.2022.
6. Application of modified wavelet and fractal modeling for detection of geochemical anomaly [Electronic resource] / H. Torshizian, P. Afzal, K. Rahbar, A.B. Yasrebi, A. Wetherelt, N. Fyzollahi // Geochemistry. – 2021. – Vol. 81, № 4. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2021.125800>. – Date of access: 19.01.2022.
7. Javdanian, H. Seismic ground response under wavelet-based decomposed earthquake records [Electronic resource] / H. Javdanian, A. Heidari, J. Raeisi // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2021. – Vol. 149. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106865>. – Date of access: 02.02.2022.
8. Gogolewski, D. Fractional spline wavelets within the surface texture analysis [Electronic resource] / D. Gogolewski // Measurement. – 2021. – Vol. 179. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109435>. – Date of access: 16.01.2022.
9. Банюкевич, Е.В. Асимптотические свойства вейвлет-преобразований медленно растущих обобщенных функций / Е.В. Банюкевич, Ю.М. Вувуникян // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 2, Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. – 2017. – Т. 7, № 2. – С. 15–23.
10. Банюкевич, Е.В. Вейвлет-преобразование финитных обобщенных функций / Е.В. Банюкевич // Весці Беларускага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя Максіма Танка. Сер. 3, Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. – 2019. – № 4. – С. 32–39.
11. Зорич, В.А. Математический анализ: в 2 ч. / В.А. Зорич. – Изд. 10-е, исправл. – М.: МЦНМО, 2019. – Ч. 1. – 564 с.
12. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики: учебник для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. – 2-е изд., стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 400 с.

REFERENCES

1. Holschneider, M. Oxford mathematical monographs: Wavelets: an analysis tools / M. Holschneider. – Oxford: University Press, 1999. – 448 p.
2. Dobeshi I. *Desiat lektsi po veivletam* [Ten Lectures on Wavelets], Izhevsk: NITs “Reguliarnaya i khaoticheskaya dinamika”, 2001, 464 p.
3. Parveen, N. Diversity technique using discrete wavelet transform in OFDM system / N. Parveen, K. Abdullah, R. Islam, R.I. Bobby // International Journal of Engineering and Advanced Technology. – 2019. – Vol. 8, № 2. – P. 284–287.
4. Nekhili, R. Co-movements among precious metals and implications for portfolio management: A multivariate wavelet-based dynamic analysis [Electronic resource] / R. Nekhili, J. Sultan, W. Mensi // Resources Policy. – 2021. – Vol. 74. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102419>. – Date of access: 02.02.2022.
5. Schulte, J.A. Wavelet analysis for non-stationary, nonlinear time series [Electronic resource] / J.A. Schulte // Nonlinear Processes in Geophysics. – 2016. – Vol. 23, № 4. – P. 257–267. – Mode of access: 10.5194/npg-23-257-2016. – Date of access: 03.02.2022.
6. Application of modified wavelet and fractal modeling for detection of geochemical anomaly [Electronic resource] / H. Torshizian, P. Afzal, K. Rahbar, A.B. Yasrebi, A. Wetherelt, N. Fyzollahi // Geochemistry. – 2021. – Vol. 81, № 4. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2021.125800>. – Date of access: 19.01.2022.
7. Javdanian, H. Seismic ground response under wavelet-based decomposed earthquake records [Electronic resource] / H. Javdanian, A. Heidari, J. Raeisi // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2021. – Vol. 149. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106865>. – Date of access: 02.02.2022.
8. Gogolewski, D. Fractional spline wavelets within the surface texture analysis [Electronic resource] / D. Gogolewski // Measurement. – 2021. – Vol. 179. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109435>. – Date of access: 16.01.2022.
9. Baniukevich E.V., Vuvunikian Yu.M. *Vesnik Grodzenskaga dziazhaunaga universiteta imia Yanki Kupaly. Ser. 2, Matematyka. Fizika. Infarmatyka, vylichalnaya tekhnika i kiravanne*. [Journal of Yanka Kupala State University of Grodno. Ser. 2, Mathematics. Physics. Information Science, Calculation Machines and Management], 2017, 7(2), pp. 15–23.
10. Baniukevich E.V. *Vesti Belaruskaga dziazhaunaga pedagogichnaga universiteta imia Maksima Tanki. Ser. 3, Fizika. Matematika. Infarmatyka. Biyaliogiya*. [Journal of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University. Ser. 3, Physics. Mathematics. Information Science. Biology], 2019, 4, pp. 32–39.
11. Zorich V.A. *Matematicheski analiz: v 2 ch.* [Mathematical Analysis: in 2 Parts], М.: МТsNМО, 2019, 1, 564 p.
12. Vladimirov V.S., Zharinov V.V. *Urvneniya matematicheskoi fiziki: uchebnik dlia vuzov* [Equations of Mathematical Physics: University Textbook], М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, 400 p.

Поступила в редакцию 06.07.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: vuv64@mail.ru – Вувуникян Ю.М.



БІАЛОГІЯ

УДК 5:54:001.891:378.4(476.5-25)

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА НА КАФЕДРЕ ХИМИИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ

**А.А. Чиркин, Е.О. Данченко, О.М. Балаева-Тихомирова, Т.А. Толкачева,
Н.А. Степанова, Е.И. Кацнельсон**

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

В работе представлены данные о взаимосвязанных пяти направлениях исследований кафедры химии и естественнонаучного образования за последние 20 лет. Все исследования были посвящены действию стрессовых факторов окружающей среды на биохимические показатели, формирующие симптомокомплекс метаболического синдрома у различных биологических объектов, включая человека.

Цель статьи – обобщение результатов 20-летних исследований сотрудников кафедры химии и естественнонаучного образования по медико-биологическим темам.

Материал и методы. *В работе использованы данные биохимических исследований показателей обмена углеводов, состояние транспорта липидов, их регуляции у людей и экспериментальных животных (крысы, куколки дубового шелкопряда, легочные пресноводные моллюски и др.), осуществленные на базах Республиканского липидного лечебно-диагностического центра метаболической терапии, Витебского областного центра спортивной медицины, Витебского диагностического центра, кафедральной лаборатории.*

Результаты и их обсуждение. *За последние 20 лет проводились исследования по взаимосвязанным и последовательно развивающимся пяти направлениям: 1) зависимые от типа стрессового воздействия многолетние исследования по эволюции нарушений обмена холестерина и глюкозы; 2) создание препарата природного происхождения для борьбы с развитием инсулинорезистентности; 3) формирование возрастных и половых особенностей возрастной динамики показателей обмена липидов, углеводов и др. в диапазоне менее 15 лет – 79 лет; 4) биохимическая оценка рисков занятия спортом в период полового созревания; 5) обоснование использования легочных пресноводных моллюсков в качестве модельных организмов для биофармацевтических доклинических исследований, прежде всего, по программе моделирования метаболического синдрома.*

Заключение. *Проведенные исследования позволили совершенствовать материально-техническую базу кафедры и создать за этот период коллектив, способный на современном уровне требований решать комплекс учебных, научных и воспитательных задач.*

Ключевые слова: *научные исследования, метаболический синдром, биохимия, лабораторные исследования, модельные организмы.*

RESEARCH OF MEDICAL AND BIOLOGICAL NATURE AT THE DEPARTMENT OF CHEMISTRY AND NATURAL SCIENCE EDUCATION OVER THE LAST 20 YEARS

A.A. Chirkin, E.O. Danchenko, O.M. Balayeva-Tikhomirova, T.A. Tolkacheva,
N.A. Stepanova, E.I. Katsnelson

Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

The article presents data on the interrelated five research areas of the Department of Chemistry and Science Education over the past 20 years. All studies dealt with the effect of environmental stress factors on biochemical parameters that form the symptom complex of the metabolic syndrome in various biological objects, including humans.

The purpose of the article is to summarize the findings of the 20-year research by the staff of the Department of Chemistry and Natural Science Education on biomedical topics.

Material and methods. *The paper uses data from biochemical studies of carbohydrate metabolism indicators, the state of lipid transport, their regulation in humans and experimental animals (rats, oak silkworm pupae, lung freshwater mollusks, etc.), carried out on the basis of the Republican Lipid Treatment and Diagnostic Center for Metabolic Therapy, Vitebsk Regional Sports Medicine Center, Vitebsk Diagnostic Center, the Department laboratory.*

Findings and their discussion. *Over the past 20 years, research has been carried out in the five interrelated and consistently developing areas: 1) long-term studies dependent on the type of stress impact on the evolution of cholesterol and glucose metabolism disorders; 2) creation of a drug of natural origin to combat the development of insulin resistance; 3) the formation of age and gender characteristics of age-related dynamics of lipid, carbohydrate, etc. metabolism in the range of less than 15 years – 79 years; 4) biochemical assessment of the risks of playing sports during puberty; 5) substantiation of the use of pulmonate freshwater mollusks as model organisms for biopharmaceutical preclinical studies, primarily under the metabolic syndrome modeling program.*

Conclusion. *The conducted research allowed to improve the material and technological base of the Department and create a team during this period that is capable of solving a complex of academic, scientific and educational tasks at the modern level of requirements.*

Key words: *scientific research, metabolic syndrome, biochemistry, laboratory research, model organisms.*

Сотрудники, аспиранты и студенты кафедры на протяжении последних 20 лет решали актуальные практико-ориентированные задачи по взаимосвязанным пяти направлениям: 1) изучение отдаленных биохимических и медицинских последствий у лиц, участвовавших в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и боевых действий в Афганистане; 2) создание препарата природного происхождения для борьбы с развитием инсулинорезистентности; 3) формирование физиологических значений лабораторных тестов у населения Республики Беларусь; 4) биохимическая оценка рисков занятия спортом в период полового созревания; 5) обоснование использования новых модельных организмов для доклинических биофармацевтических исследований.

Целью работы явилось обобщение результатов 20-летних исследований сотрудников кафедры химии и естественнонаучного образования по медико-биологической теме.

Материал и методы. Изучено более 10 тысяч образцов сыворотки крови людей, а также сыворотка крови и ткань печени крыс, гемолимфа и ткани куколок дубового шелкопряда и легочных пресноводных моллюсков. Биохимический анализ сыворотки крови людей включал 20–24 рутинных биохимических лабораторных показателей, а также гормональных (лептин, проинсулин, С-пептид, трийодтиронин, кортизол), 15 ферментов обмена углеводов. В предварительных исследованиях с использованием рекомендаций ВОЗ (1998), Adult Treatment Panel (АТР-III, 2001) и Европейского общества диабетологов (2005) показано, что диагноз метаболического синдрома (МС) устанавливается у мужчин в 91% случаев при сочетании 4-х критериев (артериальная гипертензия – АГ, ХС ЛПВП, триглицериды и глюкоза); в 77% при сочетании 3-х критериев (АГ, ХС ЛПВП и глюкоза). Посредством вышеуказанного был обоснован следующий пятиэтапный алгоритм выявления МС у мужчин: 1. Выделяются лица с повышенными величинами индекса массы тела (ИМТ); предлагаются 2 группы – первая с ИМТ 25,0–29,9 (избыточная масса тела) и вторая с ИМТ ≥ 30 (ожирение). 2. Затем отбираются лица с гипоальфахолестеролемией (ХС ЛПВП $< 0,9$ ммоль/л). 3. Из них отбираются лица с гипергликемией (уровень глюкозы в сыворотке $> 5,55$ ммоль/л). 4. Среди лиц с тремя элементами метаболического синдрома отбираются пациенты с гипертриглицеридемией (уровень триглицеридов $> 1,8$ ммоль/л). 5. Отбираются пациенты,

у которых выставлен диагноз «артериальная гипертензия». Если брать любых три критерия согласно АТР-III, то в группу риска попадают 22,3% обследованных лиц, или 63,0% от числа лиц с повышенной массой тела. При применении предложенного строгого алгоритма в группу риска попадает втрое меньше людей, а именно 7,35% от всех обследованных, или 21,3% от лиц с избыточной массой тела, что делает формирование групп риска доступным для поликлинического уровня здравоохранения [1].

В экспериментальных исследованиях были использованы белые крысы линии Вистар, куколки районированного в Витебской области дубового шелкопряда *Antheraea pernyi* G.-M., легочные пресноводные моллюски *Lymnaea stagnalis* L., *Planorbarius corneus* L. и *Biomphalaria glabrata* S. Методами биоинформатики была исследована гомология до 75 ферментов легочных пресноводных моллюсков, крыс, свиней и человека. Поиск и отбор нуклеотидных последовательностей, кодирующих белки человека, осуществлялся на сервере <https://www.ensembl.org>; поиск гомологичных последовательностей для моллюсков происходил на сервере <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> при помощи ресурса BLAST; описание белков для человека было взято с ресурса <https://www.uniprot.org>; парное выравнивание и сравнение последовательностей человека и моллюсков выполнено в программе MEGA 5.2; построение 3D-структур ферментов для моллюсков осуществлялось на сервере <https://swissmodel.expasy.org> по шаблону 3D-структуры ферментов человека, найденных в банке данных трехмерных структур белков и нуклеиновых кислот <http://www.rcsb.org>. В работе применен следующий алгоритм: поиск нуклеотидной последовательности → построение аминокислотных последовательностей сравниваемых белков → их парное выравнивание и оценка степени гомологии первичных структур NS (нуклеотидных последовательностей), AAS (аминокислотных последовательностей) → оценка третичных структур по архитектуре молекул и их доменной организации [2].

Цифровой материал обработан методами параметрической и непараметрической вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что биохимическими признаками МС у ликвидаторов являются гипергликемия, гиперлептинемия и пограничная триацилглицеридемия при наличии сниженной концентрации кортизола в сыворотке крови. Устойчивым маркером имевшегося в прошлом радиационного воздействия является уменьшение концентрации ЛПВП. Осуществлено разграничение биохимических показателей метаболических изменений в зависимости от характера экстремального воздействия в прошлом: действие хронического стресса – повышение ЛПВП и нормальные значения индекса атерогенности (участники войны в Афганистане); сочетанное действие хронического стресса и радиации – снижение ЛПВП и повышение индекса атерогенности (ликвидаторы аварии на ЧАЭС). Развитие адаптационных процессов включает активацию систем синтеза инсулина, лептина и эндогенных антиоксидантов (мочевая кислота и билирубин). Такие изменения обмена веществ являются ключевыми для понимания причин более частого выявления метаболического синдрома у ликвидаторов по сравнению с воинами-интернационалистами и развития заболеваний атеросклеротической природы, когда увеличение индекса атерогенности сопряжено со снижением концентрации ЛПВП. Впервые установлено, что в группы риска развития метаболического синдрома в результате проведенного скрининга входит 735 постоянных жителей г. Витебска, 222 участника войны в Афганистане и 1110 ликвидаторов на 10 тысяч обследованных лиц.

Разработана технология получения средства, содержащего гидрофильные компоненты куколок дубового шелкопряда, которое предназначено для использования в медицине, ветеринарии и растениеводстве. Этот препарат (экстракт куколок дубового шелкопряда) применен для модуляции действия антибиотиков с целью использования в сельском хозяйстве и лесоводстве (борьба с микробной контаминацией культур растительных тканей). Препарат стандартизован по содержанию суммы свободных аминокислот 700 мг/л с целью оптимизации действия антибиотиков и стимуляции роста и развития культивируемых растительных тканей. Рекомендуются следующие направления применения средств, содержащих экстракт куколок дубового шелкопряда: как иммуномодулятора на уровне нейтрофильных лейкоцитов и макрофагов; как противовоспалительного средства за счет подавления генерации активных метаболитов кислорода; как средства для предотвращения негативных реакций на метаболизм гиперпродукции гомоцистеина; как источника незаменимых (эссенциальных) субстанций для регуляции метаболизма.

Экстракт куколок дубового шелкопряда использовался в гомеопатических дозировках (порядка 7–70 мкг свободных аминокислот на 1 кг массы тела) для профилактики метаболического синдрома; в качестве гепатопротектора для коррекции действия урсодезоксихолевой кислоты; как модулятор функции коркового вещества надпочечников и щитовидной железы; в разработке йодированных препаратов из гемолимфы куколок дубового шелкопряда для коррекции гипотиреоидного состояния и гипоальфахолестеролемии; при мониторинге жидкого содержимого куколок дубового шелкопряда как способа долговременной оценки экологических особенностей региона [3; 4]. Наибольшее практическое значение имели исследования на модели развития признаков метаболического синдрома у крыс. В эксперименте установлено, что высокожировая диета у крыс в течение 3-х месяцев вызывала развитие инсулинорезистентности и гипергликемии на фоне увеличения уровня инсулина на 87% и критерия Нота в 2,1 раза в условиях активации гликогенолиза, активации глюконеогенеза и неокислительной ветви пентозофосфатного пути и снижения активности гликолиза и окислительной ветви пентозофосфатного пути. Такая экспериментально вызванная инсулинорезистентность сопровождалась увеличением содержания в сыворотке крови общего холестерина и триацилглицеридов в 1,4 раза и снижением ЛПВП в 1,2 раза на фоне увеличения содержания ТБК-реагирующих субстанций в 1,9 раза и уровня восстановленного глутатиона в печени в 4,4 раза. Для профилактики развития инсулинорезистентности использовали комплекс эндогенных антиоксидантов из гемолимфы куколок дубового шелкопряда. Одномесячное введение водного экстракта куколок дубового шелкопряда в процессе воспроизведения инсулинорезистентности уменьшало проявления инсулинорезистентности на 20–30%, увеличивало уровни восстановленного глутатиона и ЛПВП до уровня нормы. Эти исследования были защищены 4 патентами: «Способ получения средства для профилактики инсулинорезистентности» (патент РБ 15645); «Средство для снижения уровня гомоцистеина при гипергомоцистеинемии» (патент РБ № 12608); «Средство, обладающее иммуномодулирующей активностью» (патент РБ № 12504); «Йод-содержащее средство для восстановления тиреоидной функции при йоддефицитных состояниях» (патент РБ № 18724) [5].

В 2010 году было издано справочное руководство для медицинских работников под редакцией академика В.С. Улащика, которое содержит данные по анализу биохимических исследований 21754 жителей северо-восточного региона Республики Беларусь, которые могут «рассматриваться как эталонные значения нормы для населения Республики Беларусь» [6]. Начиная с 2004 года выпущено несколько изданий для врача «Клинический анализ лабораторных данных». Второе переработанное и дополненное издание опубликовано в 2019 году [6]. В последние годы проблеме возрастных изменений обмена веществ посвящен ряд многоцентровых исследований: CALIPERstudy в Канаде, KiGGS-программа в Германии, HELENASTudy в Европе и др. Анализ таких исследований показал, что существуют региональные границы биохимических показателей у лиц пубертатного возраста. В отчетах и публикациях по аналогичным исследованиям указывается, что данные изменения отображают метаболические процессы, обеспечивающие рост и развитие опорно-двигательного аппарата, системы внутрисудистого транспорта веществ, обеспечения исходными молекулами процесса образования стероидных гормонов, увеличения мощности эндогенных антиоксидантных систем. На кафедре решались вопросы влияния спортивных нагрузок на биохимические параметры здоровья подростков. На протяжении 2011–2019 годов под наблюдением было 1245 подростков, из них 375 – женского пола и 870 подростков мужского пола. Установлены сохраняющиеся на постоянном уровне биохимические показатели сыворотки крови у лиц пубертатного возраста, а также выявлены специфические биохимические изменения в зависимости от пола и вида физических нагрузок. Определены биохимические показатели, которые свидетельствуют о большей чувствительности женского организма к физическим нагрузкам, по сравнению с мужским. Кроме того, обнаружены критерии «спортивного выгорания» у подростков 12–15 лет, при которых они не могут преодолеть спортивные нормы мастера спорта. По результатам этих исследований выпущена монография в форме 67 таблиц, которые позволяют по антропометрическим, биохимическим и квалификационным спортивным параметрам оценить состояние обмена веществ подростка [7–9].

На протяжении последних 5 лет интенсивно разрабатываются вопросы гомологии ферментов легочных пресноводных моллюсков и человека. В качестве сравниваемых животных и возможных модельных организмов избраны широко распространенные в водоемах легочные пресноводные моллюски – прудовик обыкновенный (*Lymnaea stagnalis*), катушка роговая (*Planorbarius corneus*). Ближайшим родственником последней является хорошо изученная *Biomphalaria glabrata*, в частности известен ее полный аннотированный геном. Учитывая это, был проведен сравнительный биоинформатический анализ гомологии 75 протеолитических ферментов человека (*Homo sapiens*) и *Biomphalaria glabrata*. В ходе исследования установлено, что гомология ферментов по нуклеотидным последовательностям у человека и легочных пресноводных моллюсков при анализе нерегулируемого протеолиза составляет 66–68%; регулируемого протеолиза – 69–76%; убиквитин-подобных модификаторов – 78–83%; внеклеточных ферментов – 67–76% и внутриклеточных ферментов – 65–72% [2]. Эволюционный консерватизм протеолитических ферментов позволяет использовать этих животных в качестве дешевых и удобных в содержании тест-организмов и обосновывает целесообразность формирования аквакультуры моллюсков, для получения из их тканей белковых ферментативных препаратов протеолитического действия в рамках задач биофармацевтики, косметики и пищевой промышленности.

Последние 7 лет были посвящены разработке методических подходов к применению легочных пресноводных моллюсков для биоиндикации качества поверхностных вод и как модельных организмов для воспроизведения патологических состояний человека. В Европейском Союзе в 2010 году в качестве тест-организма для биоиндикации химического и иного загрязнения природных вод принят легочный пресноводный моллюск *Lymnaea stagnalis*, у которого многие метаболические процессы, например, синтез стероидных гормонов, аналогичны таковым у человека [10]. Недостатком этого тест-организма является то, что транспорт кислорода в гемолимфе осуществляется медьсодержащим гемоцианином, который обладает худшими по сравнению с железосодержащим гемоглобином свойствами. На кафедре разрабатывался способ оценки биоэкологического состояния водоемов посредством анализа биохимических показателей гемолимфы и гепатопанкреаса двух видов легочных пресноводных моллюсков *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus*. У последнего вида транспорт кислорода в гемолимфе осуществляется железосодержащим гемоглобином, т.е. как у человека. Было проведено одновременное биохимическое исследование образцов гемолимфы и тканей гепатопанкреаса у этих двух видов легочных пресноводных моллюсков с последующей оценкой биоэкологического состояния водоемов путем их ранжирования в зависимости от биохимических показателей гемолимфы и гепатопанкреаса в пределах 7 рангов (от 1 – самое низкое значение показателя до 7 – самое высокое значение показателя). В результате изученные озера Витебской и Гомельской областей можно было сравнить по суммарной величине рангов группы показателей, т.е. оценить вероятное долговременное радиационное загрязнение некоторых из них [11]. При исследовании моллюсков из различающихся по антропогенной нагрузке водоемов удалось обнаружить у некоторых из них признаки метаболического синдрома, связанные, возможно, с хроническим действием загрязнений химической природы как основного фактора среды, вызывающего стресс-реакцию организма. Поэтому начат цикл исследований по воспроизведению признаков нарушений обмена углеводов, белков и липидов у легочных пресноводных моллюсков [12]. Параллельно методами биоинформатики путем оценки степени гомологии ферментов и регуляторных белков выяснялась возможная однотипность реакций обмена веществ моллюсков и млекопитающих [2; 9].

Заключение. В статье представлены основные результаты научно-практических исследований сотрудников кафедры химии и естественнонаучного образования за последние 20 лет по взаимосвязанным и последовательно развивающимся пяти направлениям: зависимые от типа стрессового воздействия многолетние исследования по эволюции нарушений обмена холестерина и глюкозы у людей → создание препарата природного происхождения для борьбы с развитием инсулинорезистентности → формирование возрастных и половых особенностей возрастной динамики показателей обмена липидов, углеводов и др. в диапазоне менее 15 лет – 79 лет (с 5-летними интервалами) значений лабораторных тестов у населения Белорусского Поозерья в рамках программы «Биохимия здорового образа

жизни» → биохимическая оценка рисков занятия спортом в периоде полового созревания → в связи с этическими требованиями обоснование использования легочных пресноводных моллюсков в качестве модельных организмов для биофармацевтических доклинических исследований, прежде всего, по программе моделирования метаболического синдрома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанова, Н.А. Создание и апробация алгоритма выявления метаболического синдрома X / Н.А. Степанова // Вестник ВГМУ. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 37–42.
2. Чиркин, А.А. Молекулярно-структурная гомология протеолитических ферментов в изучении механизма протеолиза и его регуляции / А.А. Чиркин [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хім. навук. – 2021. – Т. 57, № 2. – С. 206–221.
3. Толкачева, Т.А. Гистологиз: теория и практика: монография / Т.А. Толкачева. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 135 с.
4. Чиркин, А.А. Биологическая активность продуктов гистололиза: монография / А.А. Чиркин, Е.И. Коваленко, Т.А. Толкачева. – Saarbruecken: Lambert Academic Publishing GmbH, 2012. – 155 p.
5. Балаева-Тихомирова, О.М. Гормонально-метаболические взаимосвязи при развитии синдрома инсулинорезистентности: монография / О.М. Балаева-Тихомирова. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 177 с.
6. Чиркин, А.А. Физиологические значения лабораторных тестов у населения Республики Беларусь: справ. пособие / А.А. Чиркин [и др.]; под ред. В.С. Улащика. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2010. – 88 с.
7. Чиркин, А.А. Клинический анализ лабораторных данных / А.А. Чиркин. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Мед. лит., 2019. – 368 с.
8. Степанова, Н.А. Антропометрические и биохимические показатели спортсменов пубертатного возраста: монография // Н.А. Степанова, М.С. Алтани, А.А. Чиркина, А.А. Чиркин; под ред. проф. А.А. Чиркина. – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – 112 с.
9. Чиркин, А.А. Молекулярно-структурная гомология протеолитических ферментов: монография / А.А. Чиркин, О.М. Балаева-Тихомирова. – Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2022. – 124 с.
10. Detailed review paper (DRP) on molluscs life-cycle toxicity testing Environment Directorate // Series on Testing and Assessment. – 2010. – № 121. – 182 p.
11. Чиркин, А.А. Место биохимических исследований в экологическом ранжировании водоемов / А.А. Чиркин [и др.] // Новости медико-биологических наук. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 45–49.
12. Чиркин, А.А. Моделирование биохимических признаков сахарного диабета у легочных пресноводных моллюсков / А.А. Чиркин [и др.] // Новости медико-биологических наук. – 2016. – Т. 14, № 3. – С. 28–32.

REFERENCES

1. Stepanova N.A. *Vestnik VGMU* [Journal of VSMU], 2006, 5(2), pp. 37–42.
2. Chirkin A.A. *Vesti Natsyonalnay akademii navuk Belarusi. Seriya khim. navuk* [Journal of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Sciences], 2021, 57(2), pp. 206–221.
3. Tolkacheva T.A. *Gistoliz: teoriya i praktika: monografiya* [Gystolysis: Theory and Practice], Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2015, 135 p.
4. Chirkin A.A., Kovalenko Ye.I., Tolkacheva T.A. *Biologicheskaya aktivnost produktov gistoliza: monografiya* [Biological Activity of Gystolysis Product: Monograph], Saarbruecken: Lambert Academic Publishing GmbH, 2012. – 155 p.
5. Balayeva-Tikhomirova O.M. *Gormonalno-metabolicheskiye vzaimosvyazi pri razvitii sindroma insulinorezistentnosti: monografiya* [Hormone and Metabolic Interrelations of Insuline Resistance Syndrome Development: Monograph], Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2013, 177 p.
6. Chirkin A.A. *Fiziologicheskiye znacheniya laboratornykh testov u naseleniya Respubliki Belarus: sprav. posobiye* [Physiological Indications of Laboratory Tests of the Population of Belarus: Directory], Minsk: Adukatsyya i vykhavanne, 2010, 88 p.
7. Chirkin A.A. *Klinicheskyy analiz laboratornykh dannykh* [Clinical Analysis of Laboratory Data], M.: Med. lit., 2019, 368 p.
8. Stepanova N.A., Altani M.S., Chirkina A.A., Chirkin A.A. *Antropometricheskiye i biokhimicheskiye pokazateli sportsmenov pubertatnogo vozrasta: monografiya* [Anthropometric and Biochemical Indications of Pubertant Age Sportsmen: Monograph], Cheboksary: ID "Sreda", 2020, 112 p.
9. Chirkin A.A., Balayeva-Tikhomirova O.M. *Molekulyarno-strukturnaya gomologiya proteoliticheskikh fermentov: monografiya* [Molecular and Structural Homology of Proteolytic Enzymes: Monograph], Cheboksary: Izdatelskiy dom "Sreda", 2022, 124 p.
10. Detailed review paper (DRP) on molluscs life-cycle toxicity testing Environment Directorate // Series on Testing and Assessment. – 2010. – № 121. – 182 p.
11. Chirkin A.A. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of Medical and Biological Sciences], 2018, 17(2), pp. 45–49.
12. Chirkin A.A. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of Medical and Biological Sciences], 2016, 14(3), pp. 28–32.

Поступила в редакцию 08.04.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: chir@tut.by – Чиркин А.А.

УДК 581.526.32

НОВЫЕ НАХОДКИ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

С.Э. Латышев

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

В статье представлены данные о находках редких и охраняемых видов, обнаруженных на территории Белорусского Поозерья за период экспедиционных исследований с 2009 по 2020 г., которые не были включены в издания «Флора Беларуси» и «Красная книга Республики Беларусь» [1–3].

Цель работы – охарактеризовать новые локалитеты произрастания редких и охраняемых видов водных цветковых растений на территории Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Изучение флористического и синтаксономического состава осуществлялось на экологических профилях и пробных площадках с применением прибора спутниковой навигации.

Результаты и их обсуждение. Приводятся данные по 61 новому местонахождению 18 редких видов, среди которых 6 являются охраняемыми. Также характеризуются экологические условия и растительные сообщества, где обнаружены находки.

Заключение. Полученные данные дополняют и расширяют представление об экологии и распространении редких видов растений и могут быть использованы для мониторинга и картографирования флоры.

Ключевые слова: водные растения, жизненные формы, экологические группы, ассоциации, охраняемые виды.

NEW FINDINGS OF RARE AND PROTECTED AQUATIC FLOWER PLANTS SPECIES IN BELARUSIAN LAKE DISTRICT (POOZERIYE)

S.E. Latyshev

Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

The article presents data on locations of rare and protected species, found in Belarusian Poozeriye during expeditional researches from 2009 to 2020 which were not reflected in the Flora of Belarus and Red book of the Republic of Belarus [1–3].

The purpose of the work is to determine and characterize new locations of rare and protected aquatic flower plants in Belarusian Lake District.

Material and methods. Floristic composition and syntaxonomic structure were investigated at ecological transects and geobotanical landfills with the application of satellite navigation device.

Findings and their discussion. The data on 61 new records of 18 rare plants among which 6 are protected are obtained. Ecological conditions and phytoassociations in which rare species grow are characterized.

Conclusion. The data obtained supplement and expand the ecology and distribution of rare plants species and can be used for the monitoring and mapping of flora.

Key words: aquatic plants, plant life forms, ecological groups, associations, rare and protected species.

Водные растения являются одним из важнейших компонентов для устойчивого функционирования водных экосистем [4]. Так же, как и любые другие организмы, они восприимчивы к изменению экологических условий и могут выполнять функции биоиндикаторов. Изучение водной растительности сопряжено с дополнительными трудностями – необходимо использование плавательных средств и специализированных гидроботанических устройств, легкого водолазного оборудования, кроме того, срок проведения исследований водной растительности короче, чем наземной. Все это повышает значимость новых находок редких и охраняемых видов водных растений.

Цель работы – охарактеризовать новые локалитеты произрастания редких и охраняемых видов водных цветковых растений на территории Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Изучение флористического состава проводилось по классическим гидрботаническим методикам [5; 6]. Учитывались виды, которые на момент обследования находились в воде или на покрытом водой грунте. Описание растительных сообществ осуществлялось на экологических профилях и пробных площадках по системе Браун-Бланке [7–9]. Для принятия синтаксономических решений использовались данные литературных источников [10–12]. Порядок расположения и названия семейств в статье приводится в соответствии с системой APG IV [13]. Номенклатура латинских названий видов дается по базе данных The Plant List [14]. Характеристика жизненных форм осуществляется по К. Раункиеру и адаптированной системе Е.И. Вейсберга [15; 16]. Классификация экологических групп растений по отношению к увлажнению характеризуется по В.Г. Папченкову [17]. Широтные и долготные группы растений выделены в соответствии со схемой географических элементов Н.В. Козловской [18]. Гербарные образцы находятся в Гербарии Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси (MSK) и Витебского государственного университета имени П.М. Машерова (VTU).

Результаты и их обсуждение. По результатам многолетних исследований представлен список видов, их локалитетов, условий произрастания и названия ассоциаций, в которых данные виды были выявлены.

Alismataceae Vent.

***Alisma gramineum* Lej.** – гелофит, розеточный короткокорневищный поликарпик, с плюризональным и голарктическим ареалом. Локалитет произрастания – Витебский район, 0.3 км к западу от д. Яновичи, озеро Яновичское: 55.29493° N, 30.68045° E. Формирует ассоциацию *Batrachio citcinati-Alismatetum graminei* Hejný in Dykujová et Květ 1978. Ассоциация представлена фитоценозами, произрастающими у восточного побережья на глубине до 0.4 м, грунт илисто-песчаный. Проективное покрытие доминанта 30–40%. Сообщества одновидовые, имеют размер около 100 м² в виде небольших полос. Количество растений на 1 м² – 3–4 экземпляра, воздушно-сухая фитомасса 400–520 г/м². Скорее всего, сообщество устойчивое, отмечалось в 2019 и 2020 гг.

Hydrocharitaceae Juss.

***Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle** – гидрофит, длиннопобеговый турионообразующий укореняющийся поликарпик, с плюризональным и плюрирегиональным ареалом. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, имеет II категорию охраны [3].

Городокский район, окрестности д. Ходорово, озеро Вымно, 13.08.20:

1. 55.42097° N, 30.30924° E, на глубине 0.7 м, грунт ил, в составе сообщества *Potamogetono perfoliati-Ranunculetum circinati* Sauer 1937, общее проективное покрытие составляет 80%, проективное покрытие гидриллы мутовчатой – 10%.

2. 55.42196° N, 30.31075° E, на глубине 0.7 м, грунт ил, в составе фитоценоза ассоциации *Myriophylletum sibirici* Taran 1998, общее проективное покрытие 50%, гидрилла мутовчатая встречается не часто.

3. 55.42352° N, 30.31219° E, на глубине 0.7 м, грунт ил, в составе сообщества *Myriophylletum sibirici* Taran 1998, общее проективное покрытие 50%, гидрилла мутовчатая встречается не часто.

4. 55.42561° N, 30.31953° E, на глубине 0.6 м, грунт ил, в составе фитоценоза ассоциации *Potamogetono natantis-Polygonetum natantis* Knapp et Stoffers 1962. Общее проективное покрытие сообщества 80%.

Максимальное проективное покрытие гидриллы мутовчатой в озере Вымно достигает 10%. Вероятно, данный вид появился непосредственно в 2020 г., т.к. он не обнаруживался на протяжении наблюдений 2009–2012 гг., а также в 2019 г.

***Najas flexilis* (Willd.) Rostk. et W.L.E. Schmidt** – гидрофит, длиннопобеговый укореняющийся монокарпик, с бореальным и голарктическим ареалом. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, имеет I категорию охраны [3].

Ушачский район:

1. 0.4 км к северо-востоку от д. Горы, озеро Кривое, 55.16461° N, 29.02470° E, 23.08.20, в составе ассоциации *Potamogetonetum lucentis* Hueck 1931 на глубине 2.5 м, грунт ил, встречаются единичные экземпляры.

2. 0.5 км к востоку от д. Горы, озеро Кривое, 55.16130° N, 29.03287° E, 23.08.20, на границе ассоциации *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977 на глубине 1.2 м, грунт песок, обнаружены единичные экземпляры.

***Najas major* All.** – гидрофит, длиннопобеговый укореняющийся монокарпик, с плюризональным евроазиатским ареалом. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, имеет III категорию охраны [3].

Полоцкий район:

17.08.20 – Полоцкий район, 4 км к югу от д. Сельники, озеро Ведето:

1. 55.77612° N, 29.29410° E, в составе фитоценоза ассоциации *Myriophylletum sibirici* Taran 1998 на глубине 1.2 м, грунт ил, проективное покрытие 5%.

2. 55.78082° N, 29.30442° E, в составе сообщества *Hydrilletum verticillatae* Tomaszewicz 1979 на глубине 1.2 м, грунт ил, проективное покрытие наяды большой 10–15%.

3. 55.78320° N, 29.31256° E, в составе сообщества *Potamogetono perfoliati-Ranunculetum circinati* Sauer 1937 на глубине 1.2 м, грунт ил, проективное покрытие 5–10%.

4. 55.77474° N, 29.32624° E, в составе фитоценоза ассоциации *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957 на глубине 1.5 м, грунт ил, проективное покрытие 5–10%.

5. 55.77434° N, 29.31434° E, в составе сообщества *Najadatum marinae* Fukarek 1961 на глубине 1.2 м, грунт ил, проективное покрытие ценозообразователя 20–30%.

6. 55.77416° N, 29.30833° E, в составе ассоциации *Hydrilletum verticillatae* Tomaszewicz 1979 на глубине 1.4 м, грунт ил, проективное покрытие наяды большой 10–15%.

В озере Ведето состояние популяции наяды большой стабильно. Впервые вид был обнаружен во время исследования в 2014 г., с того времени число локалитетов не уменьшилось.

Россонский район:

1. 6 км к северо-востоку д. Воронино, озеро Бродонок, 56.00128° N, 29.18808° E, 13.08.14, произрастает в составе ассоциации *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957 на глубине 1 м, грунт ил, проективное покрытие наяды большой 20–30%.

Шумилинский район:

1. 2 км к югу от д. Башни, озеро Будовесь, 55.20505° N, 29.66707° E, 04.09.20. Исследование водной растительности в данном водоеме осуществлялось на протяжении периода 2009–2012 гг., а также в 2019 г., однако наяды большая была обнаружена здесь только в 2020 г. Находка является уникальной, т.к. вид произрастает здесь на глубине 3 м, что является максимальной глубиной распространения этого вида, а также он формирует ассоциацию *Najadatum marinae* Fukarek 1961 с проективным покрытием доминанта 25%.

***Najas minor* All.** – гидрофит, длиннопобеговый укореняющийся монокарпик, с плюризональным голарктическим ареалом. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, имеет II категорию охраны [3].

Витебский район:

1. 2 км к юго-востоку от д. Липовцы, озеро Домановское, 55.01307° N, 30.31445° E, 21.09.2018. Обнаружены единичные экземпляры наяды малой на участке озера, не занятом водной растительностью. Глубина 0.6 м, грунт сапрпель.

Городокский район:

1. 1 км к востоку от д. Село, озеро Тиосто, 55.60002° N, 30.49618° E, 29.08.19, за сообществом *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 на глубине 2.2 м и илистом грунте небольшая группа наяды малой на площади около 2 м².

2. 0.6 км к западу от д. Селезни, озеро Тиосто, 55.58319° N, 30.51191° E, 29.08.19, на глубине 2 м единичные растения, рядом произрастает *Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves.

3. 2 км к северо-западу от д. Сурмино, озеро Черное, 55.83190° N, 29.87795° E, 28.08.20. Наяды малая занимает большую часть крупного залива озера Черное, произрастая на глубинах от 0.5 до 1.5 м с проективным покрытием от 5 до 90%, образуя ассоциацию *Najadatum minoris* Ubrizsy 1948. Грунт сапрпель. Впервые данное озеро было обследовано 22.08.2013 г., и тогда наяды малая в нем обнаружена не была.

Potamogetonaceae Bercht. et J. Presl

***Potamogeton berchtoldii* Fieber** – гидрофит, длиннопобеговый турионообразующий поликарпик, с плюризональным и голарктическим ареалом.

Глубокский район:

1. 0.5 км к северо-западу от д. Церковно, озеро Свядово, 55.24993° N, 28.15398° E, 31.08.18, грунт ил, глубина 1.8 м, встречается редко в составе фитоценоза ассоциации *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927.

Городокский район:

1. 1 км к востоку от д. Село, озеро Тиосто, 55.59881° N, 30.49632° E, 12.08.20, на глубине 2.2 м в составе сообщества *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957 с проективным покрытием 10%, грунт ил.

2. 1.5 км к юго-востоку от д. Лялевщина, озеро Чернясто, 55.69815° N, 30.46848° E, 22.08.17, глубина 1.7 м, грунт ил, встречается редко в составе фитоценоза ассоциации *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927.

Шумилинский район:

1. 1 км к северу от д. Городно, озеро Сосно, 55.17231° N, 29.68601° E, 03.08.20, в составе сообщества *Myriophylletum sibirici* Taran 1998, встречается редко, грунт ил, на глубине 2.5 м.

***Potamogeton obtusifolius* Mert. et W.D.J. Koch** – гидрофит, длиннопобеговый турионообразующий поликарпик, с плюризональным и голарктическим ареалом.

Городокский район:

1. 1 км к северу от г.п. Езерище, озеро Езерище, 55.85634° N, 30.97037° E, 26.08.20, в составе сообщества *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967. Проективное покрытие рдеста туполистного в сообществе 5–10%, произрастает на илистом грунте на глубине 1.8 м.

2. 1 км к востоку от д. Село, озеро Тиосто, 55.59881° N, 30.49632° E, грунт ил, на глубине 2.2 м в составе сообщества *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957.

***Potamogeton praelongus* Wulfen** – гидрофит, длиннопобеговый столонообразующий поликарпик, с плюризональным и плюрирегиональным ареалом.

Витебский район:

1. 1 км к северо-западу от д. Яновичи, озеро Яновичское, 55.28939° N, 30.64749° E, 17.07.19. Рдест длиннейший произрастает на глубине 1.7 м, формирует фитоценоз ассоциации *Potamogetonetum praelongi* Hild 1959, проективное покрытие 20–30%, грунт ил.

Глубокский район:

1. 1 км к востоку от д. Задворье, озеро Свядово, 55.25273° N, 28.14841° E. На глубине 1.5 м и илисто-каменистом грунте формирует сообщество *Potamogetonetum praelongi* Hild 1959, проективное покрытие рдеста длиннейшего 20–30%.

Городокский район, 27.08.20:

1. 1 км к западу от д. Сурмино, озеро Белое, 55.82273° N, 29.88129° E. На глубине 2.7 м, грунт ил, проективное покрытие 20–30%, формирует фитоценоз ассоциации *Potamogetonetum praelongi* Hild 1959.

2. 0.5 км к востоку от д. Сурмино, озеро Белое, 55.82703° N, 29.91188° E. На глубине 1.8 м, грунт илисто-песчаный, проективное покрытие 20–30%, формирует фитоценоз ассоциации *Potamogetonetum praelongi* Hild 1959.

***Potamogeton rutilus* Wolfg.** – гидрофит, длиннопобеговый турионообразующий поликарпик, с плюризональным и еврозападноазиатским ареалом.

Ушачский район:

1. 0,5 км к юго-востоку от д. Горы, озеро Кривое, 55.15806° N, 29.03256° E, 23.08.20. Встречается на глубине от 2 м до 3.3 м, в составе сообществ *Hydrilletum verticillatae* Tomaszewicz 1979 и *Potamogetonetum lucentis* Hueck 1931, проективное покрытие варьирует от 5 до 20%, грунт ил.

***Potamogeton pusillus* L.** – гидрофит, длиннопобеговый турионообразующий поликарпик, с плюризональным и плюрирегиональным ареалом.

Шумилинский район:

1. Д. Башни, озеро Будовесь, 55.21951° N, 29.66481° E, 23.08.19, на глубине 2.5 м, единичные растения, грунт ил.

2. 1 км к западу от д. Добея, озеро Добеевское, 55.24339° N, 29.54394° E, 24.08.19, глубина 0.5 м, в составе сообщества *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967. Встречаются единичные экземпляры, грунт сапрпель.

Росеae Barnh.

***Alopecurus aequalis* Sobol.** – гигрофит, длиннопобеговый укореняющийся монокарпик, с плюризональным и голарктическим ареалом.

Городокский район:

1. Г.п. Езерище, озеро Езерище, берег острова Замчище, 55.84589° N, 30.02546° E, 27.08.19, произрастает по берегу небольшими пятнами.

***Glyceria notata* Chevall.** – гидрогигрофит, длиннопобеговый короткокорневищный поликарпик, с плюризональным и евроазиатским ареалом.

Городокский район:

1. 0.2 км к юго-западу от д. Заозерье, озеро Берново, 55.65060° N, 29.79090° E, на берегу, произрастает небольшим пятном вместе с лютиком ползучим.

2. 1.5 км к юго-востоку от д. Большое Лосвидо, озеро Лосвидо, 55.38539° N, 30.00347° E, 18.08.19, на глубине 0.5 м в составе сообщества *Potamogetono natantis-Nupharetum luteae* Müller et Görs 1960, встречаются единичные экземпляры, грунт ил.

***Scolochloa festucacea* (Willd.) Link** – гелофит, длиннопобеговый длиннокорневищный поликарпик, с плюризональным и голарктическим ареалом.

Витебский район:

1. 0.5 км к западу от д. Яновичи, озеро Яновичское: 55.28949° N, 30.68134° E, 17.07.19, на глубине 0.8 м в составе сообщества *Phragmitetum australis* Savič 1926, отмечается редко, грунт ил.

Городокский район:

1. 1.5 км к юго-западу от д. Ходорово, озеро Вымно, 55.43510° N, 30.32294° E, 13.08.20. Глубина 0.5 м, грунт песок, образует фитоценоз ассоциации *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977, проективное покрытие тростянки овяницевидной до 30%.

2. 1.1 км к западу от д. Ходорово, озеро Вымно, 55.42062° N, 30.30862° E. Глубина 0.5 м в составе фитоценоза ассоциации *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930, проективное покрытие тростянки 5–10%, грунт ил.

3. 1 км к западу от д. Ходорово, озеро Вымно, 55.41526° N, 30.30095° E, 13.08.20, глубина 0.6 м, грунт песок, в составе сообщества *Glycerietum maximae* Nowiński 1930, проективное покрытие тростянки овсяницеvidной 5–10%, грунт ил.

4. 1 км к северо-востоку от д. Ходорово, озеро Вымно, 55.41892° N, 30.30478° E, 13.08.20, глубина 0.5 м, грунт илисто-песчаный, в составе сообщества *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930, проективное покрытие вида 10–15%, грунт песок.

5. 1.5 км к северу от д. Ходорово, озеро Вымно, 55.44250° N, 30.32942° E, 13.08.20, глубина 0.7 м, грунт песок, формирует фитоценоз ассоциации *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977, проективное покрытие доминанта до 30%.

6. 1.5 км к юго-востоку от д. Большое Лосвидо, озеро Лосвидо, 55.38539° N, 30.00347° E, 18.08.19. На глубине 0.5 м и илистом грунте в составе сообщества *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927, встречаются единичные экземпляры, грунт ил.

7. Городокский район, 0.5 км к югу от д. Ключово, озеро Черново, 55.57450° N, 29.88725° E, 16.08.19. Глубина 1.3 м, песчано-илистый грунт, небольшие группы за зарослями фитоценоза сообщества *Phragmitetum australis* Savich 1926.

Оршанский район:

1. 1 км к юго-востоку от д. Родное Село, озеро Девинское, 54.80984° N, 30.33359° E, 05.07.20, глубина 0.2 м, в составе сообщества *Glycerietum maximae* Nowiński 1930, проективное покрытие 5%, грунт илисто-песчаный.

Полоцкий район:

1. 4 км к югу от д. Сельники, озеро Ведето, 55.77617° N, 29.29447° E, 17.08.20, глубина 1.5 м, грунт ил, редко за зарослями фитоценоза ассоциации *Phragmitetum australis* Savich 1926.

Шумилинский район:

1. 0.5 км к западу от д. Лесковичи, озеро Лесковичи, 55.24888° N, 29.62717° E, 22.08.19, глубина 0.7 м, грунт песок, образует сообщество *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977, проективное покрытие доминанта до 40%.

Ушачский район:

1. д. Слобода, озеро Черствятское, 55.18322° N, 28.85499° E, 22.08.20, глубина 0.5 м, грунт ил, образует фитоценоз ассоциации *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977, проективное покрытие тростянки овяницевидной до 40%.

Cyperaceae Juss.

***Eleocharis mamillata* (H. Lindb.) H. Lindb.** – гидрогигрофит, розеточный длиннокорневищный поликарпик, с бореальным голарктическим ареалом.

Бешенковичский район:

1. 1.5 км к юго-западу от д. Синяны, озеро Соро, 55.01836° N, 29.76515° E, 30.07.20, глубина 0.7 м, в составе сообщества *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930, проективное покрытие до 20%, грунт илисто-песчаный.

Городокский район:

1. 1 км к востоку от д. Село, озеро Тиосто, 55.59728° N, 30.49773° E, 12.08.20, глубина 1 м, в составе сообщества *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927, проективное покрытие до 30%, грунт ил.

***Eleocharis ovata* (Roth) Roem. & Schult.** – гидрогигрофит, розеточный монокарпик, с плюризональным голарктическим ареалом.

Городокский район:

1. Г.п. Езерище, берег острова Замчище, 55.84589° N, 30.02546° E, 27.08.19, единичные экземпляры по берегу, грунт песок.

2. Д. Хоботы, озеро Вымно, 55.42022° N, 30.28941° E, 31.08.19, грунт глина, по берегу единичные экземпляры.

Elatinaceae Dumortier

***Elatine hydropiper* L.** – гидрофит, длиннопобеговый монокарпик, с плюризональным еврозападно-азиатским ареалом. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, имеет II категорию охраны [3].

Городокский район:

1. д. Село, озеро Тиосто, 55.60004° N, 30.47959° E, 12.08.20, плавающая форма, отмечена на глубине 0.4 м, входит в состав сообщества *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, обнаружены единичные экземпляры.

Ушачский район:

1. д. Горы, озеро Кривое, 55.15970° N, 29.02267° E, 23.08.20, произрастает на песчаном грунте, на глубине 0.3 м, группой площадью около 1 м², с проективным покрытием 5–10%.

Lythraceae J. St-Hil.

***Peplis portula* L.** – гигромезофит, длиннопобеговый укореняющийся монокарпик, с плюризональным евросевероамериканским ареалом.

Городокский район:

1. Г.п. Езерище, мелиоративный канал, 55.84022° N, 30.00429° E, 27.08.20, глубина 0.3 м, единичные плавающие экземпляры.

***Trapa natans* L.** – гидрофит, розеточный монокарпик, с плюризональным евроазиатским ареалом. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь, имеет II категорию охраны [3].

Городокский район:

1. 1.5 км к юго-западу от д. Зазерье, озеро Берново, 55.63856° N, 29.78132° E, 05.08.20. Глубина 1.5 м, грунт ил. Формирует ассоциацию *Trapetum natantis* Kárpáti 1963, размер сообщества около 100 м², проективное покрытие вида 90%, количество розеток на 1 м² от 30 до 36. Впервые сообщество обнаружено в 2011 году. Следует отметить, что в 2012 и 2019 годах на месте сообщества водяного ореха располагалось сообщество кубышки желтой, т.е. наличие ассоциации *Trapetum natantis* Kárpáti 1963 носит не постоянный характер и, вероятно, зависит от природно-климатических факторов.

2. 0.5 км к востоку от д. Лука, озеро Черново, 55.57426° N, 29.85657° E, 06.08.20. Грунт ил, глубина 1.8 м. Формирует фитоценоз ассоциации *Trapetum natantis* Kárpáti 1963, размер сообщества около 750 м², проективное покрытие водяного ореха 80–90%.

3. Городокский район, 0.5 км к востоку от д. Лука, озеро Черново, 55.57756° N, 29.84974° E, 06.08.20. Грунт ил, глубина 1.8 м. Водяной орех формирует небольшое пятно площадью около 10 м², с проективным покрытием 30–40%. Число розеток на 1 м² водяного ореха в озере Черново варьирует

от 30 до 76. Так же, как и для озера Берново, наличие сообществ водяного ореха в озере Черново носит непостоянный характер (не отмечалось в 2012 и 2019 годах).

4. д. Хоботы, озеро Вымно, 55.41745° N, 30.28845° E, 13.08.20, на илистом грунте, до глубины 1.7 м локализован фитоценоз ассоциации *Trapetum natantis* Kárpáti 1963, проективное покрытие водяного ореха 65–75%, площадь сообщества около 400 м².

5. д. Хоботы, озеро Вымно, 55.41434° N, 30.28398° E, 13.08.20, на илистом грунте и глубине до 0.6 м произрастает фитоценоз сообщества *Trapetum natantis* Kárpáti 1963 площадью около 1500 м², проективное покрытие водяного ореха 50–60%.

6. 0.5 км к югу от д. Хоботы, озеро Вымно, 55.41264° N, 30.28694° E, 13.08.20, на илистом грунте и глубине до 1.2 м произрастает фитоценоз *Trapetum natantis* Kárpáti 1963 площадью около 40 м², проективное покрытие водяного ореха 80–90%. Данное сообщество впервые обнаружено в 2020 году.

7. 4 км к северу от д. Хоботы, озеро Вымно, 55.44874° N, 30.33504° E, 13.08.20. Глубина 1.6 м, входит в состав сообщества *Nymphaeo albae-Nupharetum luteae* Nowiński 1927, проективное покрытие водяного ореха до 5%. Грунт ил. Относительно озер Берново и Черново, для озера Вымно характерно постоянное наличие водяного ореха, по годам меняются его проективное покрытие и общее количество локалитетов, число мутовок в сообществе *Trapetum natantis* Kárpáti 1963 на 1 м² варьирует от 10 до 32.

Заключение. По итогам исследования водной растительности 22 озер из 9 административных районов Витебской области за период с 2009 по 2020 г. был выявлен 61 новый локалитет произрастания 18 редких видов. Данные виды были обнаружены в составе 19 различных ассоциаций водной растительности. Шесть из них (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle, *Najas flexilis* (Willd.) Rostk. et W.L.E. Schmidt, *Najas major* All., *Najas minor* All., *Elatine hydropiper* L., *Trapa natans* L.) являются охраняемыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. / под общ. ред. В.И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларус. навука, 2009–. – Т. 2: *Liliopsida* (*Acoraceae*, *Alismataceae*, *Araceae*, *Butomaceae*, *Commelinaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Juncaginaceae*, *Lemnaceae*, *Najadaceae*, *Poaceae*, *Potamogetonaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Sparganiaceae*, *Typhaceae*, *Zannichelliaceae*) / Д.И. Третьяков [и др.]. – 2013. – 447 с., [40] л. цв. ил.
2. Флора Беларуси. Сосудистые растения: в 6 т. / под общ. ред. В.И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларус. навука, 2009–. – Т. 3: *Liliopsida* (*Agavaceae*, *Alliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Asparagaceae*, *Asphodelaceae*, *Cannaceae*, *Colchiaceae*, *Convallariaceae*, *Cyperaceae*, *Dioscoreaceae*, *Iridaceae*, *Ixioliriaceae*, *Hemerocallidaceae*, *Hostaceae*, *Hyacinthaceae*, *Juncaceae*, *Liliaceae*, *Melanthiaceae*, *Ophiopogonaceae*, *Orchidaceae*, *Pontederiaceae*, *Tofieldiaceae*, *Trilliaceae*) / Д.В. Дубовик [и др.]. – 2017. – 573 с., [28] л. цв. ил.
3. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (пред.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.: ил.
4. Гигевич, Г.С. Высшие водные растения Беларуси (эколого-биологическая характеристика, использование и охрана) / Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев. – Минск: БГУ, 2001. – 240 с.: ил.
5. Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения / В.М. Катанская. – Л.: Наука, 1981. – 187 с.
6. Распопов, И.М. Высшая водная растительность больших озер северо-запада СССР / И.М. Распопов. – Л.: Наука, 1985. – 196 с.
7. Braun-Blanquet, J. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens (III) / J. Braun-Blanquet // *Vegetatio*. – 1949. – № 1 (fasc. 4–5). – S. 283–316.
8. Бобров, А.А. Описание растительных сообществ в водоемах и водотоках и подходы к их классификации методом Браун-Бланке / А.А. Бобров, Е.В. Чемерис // *Гидробиотаника: Методология и методы: материалы Школы по гидробиотанике*. – Рыбинск, 2003. – С. 105–117.
9. Голуб, В.Б. Использование геоботанических описаний в качестве коллекции образцов для классификации растительности / В.Б. Голуб // *Растительность России*. – 2011. – № 17–18. – С. 70–83.
10. Дубына, Д.В. Синтаксономическое разнообразие растительности устьевой области Днепра. IV. Класс *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941 / Д.В. Дубына, Т.П. Дзюба // *Растительность России*. – 2010. – № 16. – С. 3–26.
11. Тетерюк, Б.Ю. Синтаксономический обзор растительности водоемов бассейна реки Вычегда (европейский северо-восток России) / Б.Ю. Тетерюк // *Известия Коми научного центра УрО РАН*. – 2017. – № 1(29). – С. 18–27.
12. Чепинога, В.В. Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири / В.В. Чепинога; отв. ред. О.А. Аненхонов. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 468 с.
13. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV / J.W. Byng [et al.] // *Botanical Journal of the Linnean Society*. – 2016. – Vol. 181. – P. 1–20.
14. The Plant List [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.theplantlist.org>. – Date of access: 29.01.2021.
15. Raunkiaer, C. *Plant life forms* / C. Raunkiaer. – Oxford, 1937. – 105 p.
16. Вейсберг, Е.И. Анализ гидрофильной сосудистой флоры озер лесной зоны Челябинской области / Е.И. Вейсберг // *Вестник ОГУ*. – 2007. – № 9. – С. 182–188.
17. Папченков, В.Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В.Г. Папченков // *Гидробиотаника: Методология и методы: материалы Школы по гидробиотанике*. – Рыбинск, 2003. – С. 23–26.
18. Козловская, Н.В. *Хорология флоры Беларуси* / Н.В. Козловская, В.И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1972. – 309 с.

REFERENCES

1. Parfenov V.I. *Flora Belarusi. Sosudistiye rasteniya: v 6 t.* [Flora of Belarus. Vessel Plants: in 6 Volumes], Minsk: Belarus. navuka, 2009–, 2, 2013, 447 p.
2. Parfenov V.I. *Flora Belarusi. Sosudistiye rasteniya: v 6 t.* [Flora of Belarus. Vessel Plants: in 6 Volumes], Minsk: Belarus. navuka, 2009–, 3, 2017, 573 p.
3. Kachanovski I.M. *Krasnaya kniga Respubliki Belarus: redkiye i nakhodiashchiesia pod ugrozoi ischeznoeniya vidy dikorastushchikh rastenii* [Red Book of the Republic of Belarus: Rare and Under the Threat of Extinction Wild Growing Plants], Minsk: Belarus. Entsykl. imia P. Brouki, 2015, 448 p.
4. Gigevich G.S., Vlasov B.P., Vynayev G.V. *Vysshiyе vodniye rasteniya Belarusi (ekologo-biologicheskaya kharakteristika, ispolzovaniye i okhrana)* [Higher Aquatic Plants of Belarus (Ecological and Biological Characteristics, Use and Protection)], Minsk: BGU, 2001, 240 p.
5. Katanskaya V.M. *Vysshaya vodnaya rastitelnost kontenentalnykh vodoyomov SSSR. Metody izucheniya* [Higher Aquatic Vegetation of Continental Water Bodies of the USSR. Methods of Study], L.: Nauka, 1981, 187 p.
6. Raspopov I.M. *Vysshaya vodnaya rastitelnost bolshikh ozer severo-zapada SSSR.* [Higher Aquatic Vegetation of Big Lakes of the North-West of the USSR], L.: Nauka, 1985, 196 p.
7. Braun-Blanquet, J. Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens (III) / J. Braun-Blanquet // *Vegetatio.* – 1949. – № 1 (fasc. 4–5). – S. 283–316.
8. Bobrov A.A., Chemeris E.V. *Gidrobotanika: Metodologiya i metody: materialy Shkoly po gidrobotanike* [Hydrobotany: Methodology and Methods: Materials of School of Hydrobotany], Rybinsk, 2003, pp. 105–117.
9. Golub V.B. *Rastitelnost Rossii* [Vegetation of Russia], 2011, 17–18, pp. 70–83.
10. Dubyna D.V., Dziuba T.P. *Rastitelnost Rossii* [Vegetation of Russia], 2010, 16, pp. 3–26.
11. Teteriuk B.Yu. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Journal of Komi Scientific Center of UD of RASc], 2017, 1(29), pp. 18–27.
12. Chepinoga V.V. *Flora i rastitelnost vodoyomov Baikalskoi Sibiri* [Flora and Vegetation of Water Bodies of Baikal Siberia], Irkutsk: Izdatelstvo Instituta geografii im. V.B. Sochavy, 2015, 468 p.
13. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV / J.W. Byng [et al.] // *Botanical Journal of the Linnean Society.* – 2016. – Vol. 181. – P. 1–20.
14. The Plant List [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.theplantlist.org>. – Date of access: 29.01.2021.
15. Raunkiaer, C. *Plant life forms* / C. Raunkiaer. – Oxford, 1937. – 105 p.
16. Veisberg E.I. *Vestnik OGU* [Journal of OGU], 2007, 9, pp. 182–188.
17. Papchenkov V.G. *Gidrobotanika: Metodologiya i metody: materialy Shkoly po gidrobotanike* [Hydrobotany: Methodology and Methods: Materials of School of Hydrobotany], Rybinsk, 2003, pp. 23–26.
18. Kozlovskaya N.V., Parfenov V.I. *Khorologiya flory Belarusi* [Horology of the Flora of Belarus], Minsk: Nauka i tekhnika, 1972, 309 p.

Поступила в редакцию 09.07.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: slatyshev86@gmail.com – Латышев С.Э.

УДК 595.754

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ НАСТОЯЩИХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (HEMIPTERA: HETEROPTERA) СОСНОВЫХ КУЛЬТУР РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА ДОКШИЦКОГО РАЙОНА

О.А. Найман

*Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»*

Настоящие полужесткокрылые широко распространены в различных экосистемах, в том числе значительная их часть встречается в сосновых лесах, которые являются преобладающей лесной формацией в Беларуси.

Цель работы – выявление фауны настоящих полужесткокрылых на разных этапах формирования сосновых лесов подзоны дубово-темнохвойных лесов (на примере сосновых культур на территории Докшицкого района).

Материал и методы. Сбор материала осуществлялся стандартными энтомологическими методами: посредством оконных ловушек барьерного типа, ловушек Барбера, кошения энтомологическим сачком, ручного сбора. Номенклатура приводится согласно каталогу настоящих полужесткокрылых Палеарктики.

Результаты и их обсуждение. Определен видовой состав и составлен таксономический список клопов, обитающих в разновозрастных сосновых лесах на территории Докшицкого района. Установлены доминирующие и редкие виды клопов. Проведено сравнение видового разнообразия клопов в сосняках различных возрастных групп.

Заключение. Установлено, что видовой состав клопов в сосновых культурах разного возраста отличался крайне низкими коэффициентами сходства.

Ключевые слова: клопы, таксономическая структура, сосновые леса, Беларусь.

TAXONOMICAL STRUCTURE OF TRUE BUGS (HEMIPTERA: HETEROPTERA) OF DIFFERENT AGE PINE TREES IN DOKSHITSY DISTRICT

O.A. Naiman

*State Research and Production Association “Scientific and Practical Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources”*

True bugs are widely distributed in various ecosystems, including a significant part of them found in pine forests, which are the predominant forest formation in Belarus.

The purpose of the work is to identify the fauna of true bugs at different stages of the formation of pine forests in the subzone of oak-dark coniferous forests (on the example of pine crops in Dokshitsy District).

Material and methods. Material was collected using standard entomological methods: barrier-type window traps, Barber traps, mowing with an entomological net, and manual collection. The nomenclature is given according to the latest catalog of true bugs of the Palearctic.

Findings and their discussion. The species composition was revealed and a taxonomic list of true bugs living in uneven-aged pine forests on the territory of the Dokshitsy region was compiled. The dominant and rare species of true bugs have been established. The species diversity of true bugs in pine forests of different ages was compared.

Conclusion. It was established that the species composition of true bugs in pine cultures of different ages was characterized by extremely low similarity coefficients.

Key words: true bugs, taxonomic structure, pine forests, Belarus.

Сосновые леса Беларуси занимают площадь около 4,1 млн га или 50,3% лесопокрытой территории [1]. Культуры сосны обыкновенной составляют около 70% общей площади искусственно создаваемых лесов [2]. Широкое распространение сосняков и высокое представительство в них клопов

обусловили выбор объекта наших исследований. К настоящему времени на территории Беларуси отмечено 563 вида настоящих полужесткокрылых, которые относятся к 269 родам 36 семейств [3]. Однако настоящие полужесткокрылые насекомые в сосновых культурах различных классов возраста в условиях Беларуси изучены недостаточно, имеется всего одна публикация на сходную тему [4].

Цель работы – выявление фауны настоящих полужесткокрылых на разных этапах формирования сосновых лесов подзоны дубово-темнохвойных лесов (на примере сосновых культур на территории Докшицкого района).

Материал и методы. Исследования проводились в сосновых лесах, относящихся к Евразийской хвойнолесной (таежной) геоботанической области и входящей в нее подзоне дубово-темнохвойных лесов [5], на территории Бегомльского лесхоза (Докшицкий район, Витебская область). В качестве стационаров были подобраны сосновые культуры, относящиеся к четырем возрастным группам: I группа (несомкнувшиеся лесные культуры) – от 1–3 до 6–7 лет; II группа (сомкнувшиеся лесные культуры) – от 6–7 лет до 20-ти; III группа – от 20 до 40 лет; IV группа – от 40 до 60 лет. Данные возрастные группы соответствуют трем классам возраста сосновых лесов.

Материал был собран в летне-осенний период 2020 года. Отлов насекомых производился стандартными энтомологическими методами, которые включали оконные ловушки барьерного типа, ловушки Барбера, кошение энтомологическим сачком (50 двойных взмахов) и ручной сбор. Идентификация видовой принадлежности настоящих полужесткокрылых проводилась по определительным таблицам И.М. Кержнера [6]. Номенклатура приводится согласно каталогу настоящих полужесткокрылых Палеарктики [7].

Для оценки сходства фауны клопов в сосновых лесах разного возраста был применен индекс Жаккара [8]. Для оценки структуры доминирования в сообществе настоящих полужесткокрылых использовалась шкала О. Ренконена [9], где супердоминанты составляют более 10% от общей численности клопов, доминанты – 5–10%, субдоминанты – 2–5%, рецедентные виды – 1–2%, субрецедентные виды – менее 1%.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования было учтено 1268 экземпляров клопов, принадлежащих к 109 видам из 80 родов и 16 семейств. Наибольшим видовым разнообразием характеризуются семейства Miridae – 36 видов из 28 родов, Lygaeidae (17 видов из 12 родов) и Pentatomidae (19 видов из 17 родов) (табл. 1). Их совокупная доля составила 66% от всех видов. Остальные семейства представлены незначительным количеством видов.

Таблица 1

Видовое разнообразие настоящих полужесткокрылых (на уровне семейств) в сосняках Докшицкого района

Семейство	Количество видов	%
Saldidae	2	1,8
Tingidae	4	3,7
Miridae	36	33,0
Nabidae	8	7,3
Anthocoridae	3	2,8
Aradidae	3	2,8
Lygaeidae	17	15,6
Berytidae	1	0,9
Rhopalidae	5	4,6
Alydidae	1	0,9
Coreidae	2	1,8
Cydnidae	1	0,9
Thyreocoridae	1	0,9
Acanthosomatidae	4	3,7
Scutelleridae	2	1,8
Pentatomidae	19	17,4
Всего	109	100

Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в сосновых молодняках I возрастной группы (85 видов из 64 родов и 14 семейств, что составляет 77,98% от всех видов) (табл. 2). Большое разнообразие клопов в культурах I возрастной группы обусловлено высокой представительностью видов, населяющих открытые биотопы и встречающихся в травяном ярусе растений, например, таких как *L. decolor*, *N. thymi*, *N. jacobaeae*, *A. calcaratus*, *T. scarabaeoides*, *E. maura*, *R. intermedia*. Однако следует отметить, что среди видов, выявленных в данной категории лесов, присутствуют и представители лесной фауны (*A. reicheli*, *O. ericetorum*, *S. obscurella*, *K. resedae*, *S. sabulosus*, *E. betulae*, *E. interstinctus*, *C. pinicola*, *P. rufipes*). Также здесь обнаружен редкий вид настоящих полужесткокрылых, который в сосняках других возрастных групп не встречался, – это *Spathocera laticornis*, предпочитающий открытые инсолированные места с невысокой растительностью [10].

Таблица 2

**Таксономический состав настоящих полужесткокрылых (Hemiptera: Heteroptera)
Докшицкого района в сосновых культурах разных возрастных групп**

№	Вид	Возрастные группы сосновых культур								Всего, экз.	
		I группа		II группа		III группа		IV группа			
		экз.	%	экз.	%	экз.	%	экз.	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Семейство Saldidae											
1.	<i>Saldula fucicola</i> (Sahlberg, 1871)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	–	1
2.	<i>Saldula saltatoria</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	–	1	0,36	1	0,47	–	2
Семейство Tingidae											
3.	<i>Acalypta carinata</i> (Panzer, 1806)	–	–	1	0,54	–	–	–	–	–	1
4.	<i>Acalypta nigrina</i> (Fallén, 1807)	1	0,17	1	0,54	–	–	–	–	–	2
5.	<i>Derephysia foliacea</i> (Fallén, 1807)	2	0,34	2	1,08	–	–	–	–	–	4
6.	<i>Physatocheila smreczynskii</i> China, 1952	–	–	–	–	–	–	1	0,47	–	1
Семейство Miridae											
7.	<i>Adelphocoris lineolatus</i> (Goeze, 1778)	5	0,84	2	1,08	–	–	–	–	–	7
8.	<i>Adelphocoris quadripunctatus</i> (Fabricius, 1794)	5	0,84	3	1,61	–	–	–	–	–	8
9.	<i>Adelphocoris reicheli</i> (Fieber, 1836)	3	0,51	–	–	8	2,91	4	1,86	–	15
10.	<i>Adelphocoris seticornis</i> (Fabricius, 1775)	3	0,51	2	1,08	–	–	–	–	–	5
11.	<i>Agnocoris rubicundus</i> (Fallen, 1807)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	–	1
12.	<i>Calocoris biclavatus</i> Herrich-Schaffer, 1835	1	0,17	–	–	2	0,73	1	0,47	–	4
13.	<i>Camptozygum aequale</i> (Villers, 1789)	–	–	11	5,91	1	0,36	–	–	–	12
14.	<i>Capsodes gothicus</i> Linnaeus, 1758	1	0,17	–	–	–	–	–	–	–	1
15.	<i>Capsus ater</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,34	–	–	–	–	–	–	–	2
16.	<i>Charagochilus gyllenhalii</i> (Fallén, 1807)	–	–	–	–	2	0,73	–	–	–	2
17.	<i>Deraeocoris ruber</i> (Linnaeus, 1758)	21	3,54	–	–	–	–	–	–	–	21
18.	<i>Dichroscytus rufipennis</i> (Fallen, 1807)	–	–	2	1,08	–	–	–	–	–	2
19.	<i>Dicyphus globulifer</i> (Fallen, 1829)	1	0,17	4	2,15	–	–	–	–	–	5
20.	<i>Globiceps flavomaculatus</i> (Fabricius, 1794)	4	0,67	2	1,08	–	–	2	0,93	–	8
21.	<i>Halticus apterus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,34	–	–	–	–	–	–	–	2
22.	<i>Hoplomachus thunbergii</i> (Fallen, 1807)	–	–	–	–	1	0,36	–	–	–	1
23.	<i>Leptopterna dolabrata</i> Linnaeus, 1758	5	0,84	2	1,08	–	–	–	–	–	7
24.	<i>Leptopterna ferrugata</i> (Fallén, 1807)	–	–	1	0,54	18	6,55	–	–	–	19
25.	<i>Liocoris tripustulatus</i> (Fabricius, 1781)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	–	1
26.	<i>Lopus decolor</i> (Fallen, 1807)	2	0,34	2	1,08	7	2,55	–	–	–	11
27.	<i>Lygocoris pabulinus</i> (Linnaeus, 1761)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	–	1
28.	<i>Lygus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	3	1,61	0	–	4	1,86	–	8
29.	<i>Lygus punctatus</i> Zetterstedt, 1838	18	3,03	20	10,75	40	14,55	2	0,93	–	80
30.	<i>Lygus rugulipennis</i> Poppius, 1911	26	4,38	10	5,38	25	9,09	5	2,33	–	66
31.	<i>Megaloceraea recticornis</i> Geoffroy in Fourcroy, 1785	2	0,34	13	6,99	–	–	–	–	–	15
32.	<i>Monalocoris filicis</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,34	–	–	–	–	17	7,91	–	19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
33.	<i>Notostira erratica</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
34.	<i>Orthops basalis</i> (A. Costa, 1853)	4	0,67	–	–	–	–	–	–	4
35.	<i>Orthotylus ericetorum</i> (Fallen, 1807)	2	0,34	–	–	–	–	–	–	2
36.	<i>Phytocoris insignis</i> Reuter, 1876	–	–	1	0,54	–	–	–	–	1
37.	<i>Pilophorus cinnamopterus</i> (Kirschbaum, 1856)	–	–	1	0,54	–	–	–	–	1
38.	<i>Plagiognathus arbustorum</i> Fabricius, 1794	13	2,19	–	–	1	0,36	–	–	14
39.	<i>Plagiognathus chrysanthemi</i> Wolff, 1804	5	0,84	1	0,54	–	–	–	–	6
40.	<i>Stenodema calcarata</i> (Fallen, 1807)	6	1,01	4	2,15	19	6,91	2	0,93	31
41.	<i>Stenodema laevigata</i> (Linnaeus, 1758)	15	2,53	22	11,83	63	22,91	4	1,86	104
42.	<i>Stenotus binotatus</i> (Fabricius, 1794)	5	0,84	2	1,08	–	–	–	–	7
Семейство Nabidae										
43.	<i>Himacerus apterus</i> (Fabricius, 1798)	–	–	4	2,15	–	–	2	0,93	6
44.	<i>Nabis brevis</i> Scholtz, 1847	33	5,56	2	1,08	1	0,36	–	–	36
45.	<i>Nabis ericetorum</i> Scholtz, 1847	1	0,17	–	–	2	0,73	–	–	3
46.	<i>Nabis ferus</i> (Linnaeus, 1758)	26	4,38	2	1,08	5	1,82	3	1,40	36
47.	<i>Nabis flavomarginatus</i> (Scholtz, 1847)	3	0,51	1	0,54	–	–	–	–	4
48.	<i>Nabis limbatus</i> (Dahlbom, 1851)	2	0,34	3	1,61	–	–	2	0,93	7
49.	<i>Nabis pseudoferus</i> Remane, 1949	2	0,34	–	–	–	–	1	0,47	3
50.	<i>Nabis rugosus</i> (Linnaeus, 1758)	43	7,24	2	1,08	–	–	7	3,26	52
Семейство Anthocoridae										
51.	<i>Anthocoris nemorum</i> (Linnaeus, 1761)	4	0,67	–	–	–	–	–	–	4
52.	<i>Orius minutus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,84	3	1,61	1	0,36	–	–	9
53.	<i>Scoloposcelis obscurella</i> (Zetterstedt, 1838)	2	0,34	–	–	–	–	–	–	2
Семейство Aradidae										
54.	<i>Aneurus avenius</i> (Dufour, 1883)	–	–	1	0,54	1	0,36	–	–	2
55.	<i>Aradus cinnamomeus</i> Panzer, 1806	–	–	2	1,08	8	2,91	7	3,26	17
56.	<i>Aradus truncatus</i> Fieber, 1860	–	–	–	–	–	–	1	0,47	1
Семейство Lygaeidae										
57.	<i>Drymus ryei</i> Douglas et Scott, 1865	6	1,01	4	2,15	–	–	13	6,05	23
58.	<i>Drymus sylvaticus</i> (Fabricius, 1775)	2	0,34	–	–	2	0,73	–	–	4
59.	<i>Eremocoris plebejus</i> (Fallen, 1807)	–	–	–	–	16	5,82	4	1,86	20
60.	<i>Gastrodes grossipes</i> (De Geer, 1773)	–	–	–	–	1	0,36	–	–	1
61.	<i>Kleidocerys resedae</i> (Panzer, 1793)	36	6,06	3	1,61	–	–	73	33,95	112
62.	<i>Megalonotus antennatus</i> (Schilling, 1829)	–	–	–	–	–	–	1	0,47	1
63.	<i>Megalonotus chiragra</i> (Fabricius, 1794)	–	–	1	0,54	1	0,36	4	1,86	6
64.	<i>Nithecus jacobaeae</i> (Schilling, 1829)	11	1,85	–	–	–	–	–	–	11
65.	<i>Nysius helveticus</i> (Herrich-Schaeffer, 1850)	2	0,34	1	0,54	–	–	–	–	3
66.	<i>Nysius thymi</i> (Wolff, 1804)	1	0,17	–	–	–	–	1	0,47	2
67.	<i>Peritrechus geniculatus</i> (Hahn, 1832)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
68.	<i>Rhyparochromus pini</i> (Linnaeus, 1758)	43	7,24	–	–	3	1,09	–	–	46
69.	<i>Scolopostethus decoratus</i> (Hahn, 1833)	1	0,17	5	2,69	–	–	–	–	6
70.	<i>Scolopostethus thomsoni</i> Reuter & O.M., 1874	1	0,17	–	–	–	–	3	1,40	4
71.	<i>Stygnocoris rusticus</i> (Fallén, 1807)	1	0,17	–	–	1	0,36	–	–	2
72.	<i>Stygnocoris sabulosus</i> (Schilling, 1829)	6	1,01	14	7,53	1	0,36	–	–	21
73.	<i>Trapezonotus dispar</i> Stal, 1872	1	0,17	–	–	–	–	1	0,47	2
Семейство Berytidae										
74.	<i>Neides tipularius</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,34	3	1,61	1	0,36	–	–	6
Семейство Rhopalidae										
75.	<i>Corizus hyoscyami</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	–	–	–	2	0,93	2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
76.	<i>Rhopalus maculatus</i> Fieber, 1837	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
77.	<i>Rhopalus parumpunctatus</i> Schilling, 1829	31	5,22	6	3,23	10	3,64	–	–	47
78.	<i>Stictopleurus crassicornis</i> (Linnaeus 1758)	–	–	1	0,54	–	–	–	–	1
79.	<i>Stictopleurus punctatonervosus</i> (Goeze, 1778)	3	0,51	–	–	–	–	–	–	3
Семейство Alydidae										
80.	<i>Alydus calcaratus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
Семейство Coreidae										
81.	<i>Coreus marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	6	1,01	–	–	2	0,73	1	0,47	9
82.	<i>Spathocera laticornis</i> (Schilling, 1829)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
Семейство Cydnidae										
83.	<i>Adomerus biguttatus</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	–	1	0,36	17	7,91	18
Семейство Thyreocoridae										
84.	<i>Thyreocoris scarabaeoides</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
Семейство Acanthosomatidae										
85.	<i>Elasmotethus interstinctus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	–	–	–	–	1	0,47	2
86.	<i>Elasmucha ferrugata</i> (Fabricius, 1787)	–	–	–	–	–	–	3	1,40	3
87.	<i>Elasmucha fieberi</i> (Jakovlev, 1865)	1	0,17	–	–	–	–	2	0,93	3
88.	<i>Elasmucha grisea</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,84	1	0,54	1	0,36	10	4,65	17
Семейство Scutelleridae										
89.	<i>Eurygaster maura</i> (Linnaeus, 1758)	6	1,01	–	–	–	–	–	–	6
90.	<i>Eurygaster testudinaria</i> (Geoffroy, 1785)	6	1,01	–	–	–	–	–	–	6
Семейство Pentatomidae										
91.	<i>Aelia accuminata</i> (Linnaeus, 1758)	24	4,04	3	1,61	6	2,18	1	0,47	34
92.	<i>Aelia klugi</i> Hahn, 1833	–	–	–	–	1	0,36	–	–	1
93.	<i>Carpocoris fuscispinus</i> (Boheman, 1850)	8	1,35	–	–	2	0,73	–	–	10
94.	<i>Carpocoris purpureipennis</i> (DeGeer, 1773)	3	0,51	–	–	–	–	–	–	3
95.	<i>Clorochroa pinicola</i> (Mulsant & Rey, 1852)	3	0,51	–	–	1	0,36	1	0,47	5
96.	<i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus, 1758)	46	7,74	–	–	–	–	1	0,47	47
97.	<i>Eurydema oleracea</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	3	1,61	1	0,36	–	–	5
98.	<i>Eysarcoris aeneus</i> (Scopoli, 1763)	8	1,35	–	–	–	–	–	–	8
99.	<i>Graphosoma lineatum</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,67	–	–	–	–	–	–	4
100.	<i>Holcostethus vernalis</i> (Wolff, 1804)	5	0,84	–	–	–	–	–	–	5
101.	<i>Neotiglossa pusilla</i> (Gmelin, 1790)	2	0,34	–	–	–	–	–	–	2
102.	<i>Palomena prasina</i> (Linnaeus, 1761)	15	2,53	8	4,30	10	3,64	9	4,19	42
103.	<i>Pentatoma rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,51	–	–	–	–	1	0,47	4
104.	<i>Picromerus bidens</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
105.	<i>Piezodorus lituratus</i> (Fabricius, 1794)	3	0,51	2	1,08	–	–	–	–	5
106.	<i>Rubiconia intermedia</i> (Wolff, 1811)	3	0,51	–	–	6	2,18	–	–	9
107.	<i>Sciocoris macrocephalus</i> Fieber, 1851	–	–	–	–	1	0,36	–	–	1
108.	<i>Troilus luridus</i> (Fabricius, 1775)	1	0,17	–	–	–	–	–	–	1
109.	<i>Zicrona caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	4	0,67	–	–	1	0,36	–	–	5
	Количество экз.	594	100	186	100	275	100	215	100	1270
	Число видов	85		46		40		38		109

Доминирующими в сосняках I возрастной группы являются 6 видов, наиболее распространенным среди которых были *Dolycoris baccarum* (7,74%), *Nabis rugosus* (7,24%) и *Rhyarochromus pini* (7,24%) (табл. 3). Выявлено 7 субдоминантных видов.

Сосняки II возрастной группы характеризуются меньшей представительностью видов клопов, чем молодняки I возрастной группы – 46 видов (42,20% от общего количества), из 35 родов, относящихся к 10-ти семействам. Появляются топически и трофически связанные с сосной виды. Например, *Dichroscytus rufipennis*, зоофаг, топически связан с сосной. Данный вид – редкий для фауны Беларуси. В сосняках других возрастных групп не встречался. Трофически связанные с сосной виды, отмеченные в сосняках II возрастной группы: слепняки *Camptozygum aequale*, *Pilophorus cinnamopterus*, и подкорники *Aradus cinnamomeus* (единственный подкорник в Беларуси, который является вредителем

лесного хозяйства) и *Aneurus avenius* – не частый, локально встречающийся лесной вид, обитает на мертвой древесине лиственных, реже хвойных деревьев [11]. Доминировали в сосняках данной возрастной группы 6 видов, среди которых *Stenodema laevigata* и *Lygus punctatus* были супердоминантами, с обилием 11,83% и 10,75% соответственно. Также выявлено 7 субдоминантных видов. Гетероптерофауна сосновых молодняков данного региона характеризуется относительно бедным видовым составом. Возможно, это связано с тем, что для лесов рассматриваемой возрастной группы характерны сильное затенение и слабое развитие травянистого яруса [4].

В сосняках III возрастной группы отмечено 40 видов настоящих полужесткокрылых (36,70%) из 35 родов и 12 семейств. Здесь также встречаются виды, трофически связанные с сосной: подкорник *A. cinnamomeus* и представитель семейства Наземники (Lygaeidae) *Gastrodes grossipes*, питающийся на шишках хвойных. Так же, как и в сосняках II возрастной группы, 6 доминантных видов, супердоминанты – *S. laevigata* и *L. punctatus*, но с большей долей в сборах 22,91% и 14,55%.

Гетероптерофауна сосняков IV возрастной группы характеризуется наиболее бедным видовым составом среди всех исследуемых возрастных групп леса – 38 видов (34,86%). В данной категории лесов шире представлены виды, ассоциированные с древесной растительностью. Например, кроме соснового подкорника (*A. cinnamomeus*), в сосновых культурах старших возрастов встречается и подкорник *Aradus truncatus*, обитающий в основном под корой старых лиственных деревьев (тополь, клен, бук, осина, дуб), но встречающийся и на хвойных. Редкий вид [10]. Здесь же отмечен и еще один редкий для Беларуси вид – *Megalonotus antennatus*, обитающий по лесным опушкам, прогалинам и полянам, каменистым склонам, в подстилке и мхах, в основании стволов деревьев и у стеблей травянистых растений [12]. Доминантными видами в данной возрастной группе являются характерные для лесной фауны *Kleidocerys resedae* (33,95%), *Monalocoris filicis* (7,91%), *Adomerus biguttatus* (7,91%), *Drymus ryei* (6,05%), среди которых супердоминант – дендробионт *K. resedae*. Субдоминантов – 5, и среди них также преимущественно виды, ассоциированные с древесной растительностью.

Разные доминанты в лесах I и IV возрастных групп могут быть обусловлены различием растительного покрова в лесах разного возраста: преобладание хортобионтных видов в сосняках первого класса возраста и дендробионтов в старовозрастных лесах. Схожесть доминантных видов в лесах II и III возрастных групп также вероятно связана с растительными условиями: влияние затенения и сомкнутости крон отражается на составе напочвенного покрова и соответственно влияет на разнообразие энтомофауны, как отмечалось выше.

Таблица 3

Структура доминирования настоящих полужесткокрылых в сосняках разного возраста

Возраст сосновых культур	Категории обилия			
	Доминанты	Субдоминанты	Рецеденты	Субрециденты
1	2	3	4	5
I класс	<i>Dolycoris baccarum</i> (7,74%) <i>Nabis rugosus</i> (7,24%) <i>Rhyparochromus pini</i> (7,24%) <i>Kleidocerys resedae</i> (6,06%) <i>Nabis brevis</i> (5,56%) <i>Rhopalus parumpunctatus</i> (5,22%)	<i>Lygus punctatus</i> (3,03%) <i>Lygus rugulipennis</i> (4,38%) <i>Plagiognathus arbustorum</i> (2,19%) <i>Stenodema laevigata</i> (2,53%) <i>Nabis ferus</i> (4,38%) <i>Aelia accuminata</i> (4,04%) <i>Palomena prasina</i> (2,53%)	<i>Nithecus jacobaeae</i> (1,85%) <i>Carpocoris fuscispinus</i> (1,35%) <i>Eysarcoris aeneus</i> (1,35%) <i>Drymus ryei</i> (1,01%) <i>Coreus marginatus</i> (1,01%) <i>Eurygaster maura</i> (1,01%) <i>Eurygaster testudinaria</i> (1,01%) <i>Stygnocoris sabulosus</i> (1,01%)	64 вида
II класс	<i>Camptozygum aequale</i> (5,91%) <i>Lygus punctatus</i> (10,75%) <i>Lygus rugulipennis</i> (5,38%) <i>Megaloceraea recticornis</i> (6,99%)	<i>Palomena prasina</i> (4,30%) <i>Rhopalus parumpunctatus</i> (3,23%) <i>Scolopostethus decorates</i> (2,69%) <i>Drymus ryei</i> (2,15%)	<i>Derephysia foliacea</i> (1,08%) <i>Adelphocoris lineolatus</i> (1,08%) <i>Adelphocoris quadripunctatus</i> (1,61%) <i>Adelphocoris seticornis</i> (1,08%) <i>Dichroscytus rufipennis</i> (1,08%) <i>Globiceps flavomaculatus</i> (1,08%)	12 видов

1	2	3	4	5
II класс	<i>Stenodema laevigata</i> (11,83%) <i>Stygnocoris sabulosus</i> (7,53%)	<i>Himacerus apterus</i> (2,15%) <i>Stenodema calcarata</i> (2,15%) <i>Dicyphus globulifer</i> (2,15%)	<i>Leptopterna dolabrata</i> (1,08%) <i>Lopus decolor</i> (1,08%) <i>Stenotus binotatus</i> (1,08%) <i>Lygus pratensis</i> (1,61%) <i>Nabis brevis</i> (1,08%) <i>Nabis ferus</i> (1,08%) <i>Nabis limbatus</i> (1,61%) <i>Nabis rugosus</i> (1,08%) <i>Orius minutus</i> (1,61%) <i>Aradus cinnamomeus</i> (1,08%) <i>Kleidocerys resedae</i> (1,61%) <i>Neides tipularius</i> (1,61%) <i>Aelia accuminata</i> (1,61%) <i>Eurydema oleracea</i> (1,61%) <i>Piezodorus lituratus</i> (1,08%)	
III класс	<i>Leptopterna ferrugata</i> (6,55%) <i>Lygus punctatus</i> (14,55%) <i>Lygus rugulipennis</i> (9,09%) <i>Stenodema calcarata</i> (6,91%) <i>Stenodema laevigata</i> (22,91%) <i>Eremocoris plebejus</i> (5,82%)	<i>Rubiconia intermedia</i> (2,18%) <i>Palomena prasina</i> (3,64%) <i>Aelia accuminata</i> (2,18%) <i>Rhopalus parumpunctatus</i> (3,64%) <i>Aradus cinnamomeus</i> (2,91%) <i>Lopus decolor</i> (2,55%) <i>Adelphocoris reicheli</i> (2,91%)	<i>Nabis ferus</i> (1,82%) <i>Rhyparochromus pini</i> (1,09%)	25 видов
IV класс	<i>Monalocoris filicis</i> (7,91%) <i>Drymus ryei</i> (6,05%) <i>Kleidocerys resedae</i> (33,95%) <i>Adomerus biguttatus</i> (7,91%)	<i>Elasmucha grisea</i> (4,65%) <i>Aradus cinnamomeus</i> (3,26%) <i>Nabis rugosus</i> (3,26%) <i>Lygus rugulipennis</i> (2,33%) <i>Palomena prasina</i> (4,19%)	<i>Adelphocoris reicheli</i> (1,86%) <i>Lygus pratensis</i> (1,86%) <i>Stenodema laevigata</i> (1,86%) <i>Nabis ferus</i> (1,40%) <i>Eremocoris plebejus</i> (1,86%) <i>Megalonotus chiragra</i> (1,86%) <i>Scolopostethus thomsoni</i> (1,40%) <i>Elasmucha ferrugata</i> (1,40%)	21 вид

Наиболее сходными были сообщества настоящих полужесткокрылых в сосняках I и II возрастных групп (36,5%), наименее сходными – сообщества в сосняках II и IV возрастных групп (25,4%). В целом сообщества клопов в сосновых лесах разного возраста характеризуются низкими коэффициентами видового сходства (рис.), что еще раз подтверждает влияние возраста древостоя и разнообразия живого напочвенного покрова в сосняках на фауну клопов.

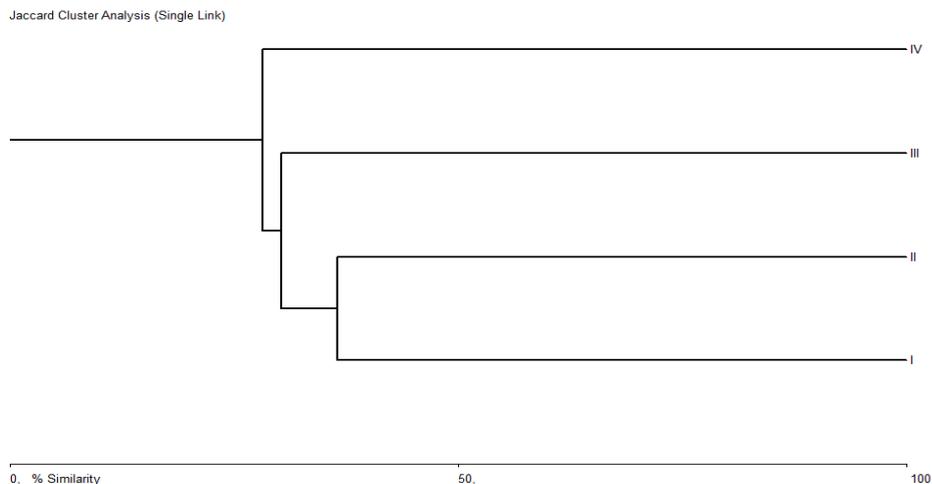


Рис. Дендрограмма сходства видового состава клопов (по индексу Жаккара) в сосновых культурах разных возрастных групп на территории Докшицкого района

Заключение. Таким образом, в результате исследования в сосновых лесах Докшицкого района выявлено 109 видов клопов из 80 родов и 16 семейств. Ядро гетероптерофауны (66,1% от всех видов) составили семейства Miridae, Lygaeidae и Pentatomidae. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в сосновых молодняках I возрастной группы: 85 видов. В сосновых культурах II возрастной группы – 46 видов клопов, в III возрастной группе – 40 видов, а в IV возрастной группе – 38 видов настоящих полужесткокрылых. Среди всех установленных видов редкими являются 4 вида: *Aradus truncatus* (семейство Aradidae), *Megalonotus antennatus* (семейство Lygaeidae), *Dichroscytus rufipennis* (семейство Miridae), *Spathocera laticornis* (семейство Coreidae). Массово встречались *Kleidocerys resedae* (семейство Lygaeidae), *Stenodema laevigata* (семейство Miridae), *Lygus punctatus* (семейство Miridae). Видовой состав клопов в сосновых культурах разного возраста отличался низкими коэффициентами сходства. Наиболее сходными были фауны клопов в сосняках I и II возрастных групп. Наименее сходными по фауне являются сосняки II и IV возрастных групп. В сосновых культурах обнаружены топически и трофически связанные с сосной виды клопов: *Clorochroa pinicola*, *Camptozygum aequale*, *Dichroscytus rufipennis*, *Pilophorus cinnamopterus*, *Aradus cinnamomeus* (является вредителем лесного хозяйства), *Aneurys avenius*.

Изучение фауны настоящих полужесткокрылых в сосновых культурах разного возраста позволяет проследить процессы восстановления гетероптерофауны (как части энтомофауны) в искусственно создаваемых сосновых лесах, с выявлением потенциально экономически значимых видов, что необходимо учитывать при разработке мероприятий по биологической защите сосновых насаждений.

Автор выражает благодарность А.О. Лукашуку (ГПУ «Березинский биосферный заповедник») за подтверждение правильности определения видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цвирко, Р.В. Синтаксономия сосновых лесов Беларуси / Р.В. Цвирко // Бюллетень Брянского отделения РБО. – 2017. – № 2(10). – С. 45–62.
2. Юркевич, И.Д. Сосновые леса Белоруссии: Типы, ассоциации, продуктивность / И.Д. Юркевич, Н.Ф. Ловчий. – Минск: Наука и техника, 1984. – 176 с.
3. Лукашук, А.О. Таксономический состав настоящих полужесткокрылых насекомых (Hemiptera: Heteroptera) Беларуси / А.О. Лукашук, О.А. Найман // Глобальная база данных по биоразнообразию. Современные тенденции развития в Беларуси, Латвии и Литве: сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 16–19 нояб. 2021 г. / отв. ред. О.И. Бородин. – Минск: А.Н. Вараксин, 2021. – С. 104–107.
4. Лукашук, А.О. Формирование населения полужесткокрылых насекомых в сосновых культурах / А.О. Лукашук // Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия: материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 26–28 дек. 2001 г. – Минск: БГПУ, 2002. – С. 159–160.
5. Юркевич, И.Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1965. – 288 с.
6. Кержнер, И.М. Отряд Hemiptera (Heteroptera) – Полужесткокрылые, или Клопы. Определитель насекомых европейской части СССР: в 5 т. / И.М. Кержнер, Т.Л. Ячевский. – М.–Л.: Наука, 1964. – Т. 1. – С. 655–845.
7. Aukema, B. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. Supplement. Vol. 6 / B. Aukema, C. Rieger, W. Rabitsch // The Netherlands Entomological Society. – Amsterdam, 2013. – 629 p.
8. Мэргаран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. / Э. Мэргаран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.: ил.
9. Renkonen, O. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmore / O. Renkonen // Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fennicae. – Vanamo, 1938. – 6(1). – P. 1–231.
10. Найман, О.А. Новые находки редких видов настоящих полужесткокрылых (Hemiptera: Heteroptera) на территории Беларуси / О.А. Найман // Сб. науч. ст., посвящ. 130-летию д-ра биол. наук, проф. Анатолия Владимировича Федюшина / ГрГУ им. Янки Купалы; редкол.: О.В. Янчуевич (гл. ред.), А.В. Рыжая, А.Е. Каревский. – Гродно: ГрГУ, 2021. – С. 166–168.
11. Лукашук, А.О. Клопы-подкорники (Heteroptera: Aradidae) Березинского биосферного заповедника / А.О. Лукашук // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Минск: Белорусский Дом печати, 2012. – Вып. 7. – С. 296–301.
12. Лукашук, А.О. Находка *Megalonotus antennatus* (Schilling, 1829) (Heteroptera: Lygaeidae) в Национальном парке «Нарочанский» / А.О. Лукашук // Национальный парк «Нарочанский»: научное обеспечение, природоохранная и эколого-просветительская деятельность, рекреационный потенциал: материалы респ. науч.-практ. конф. / редкол.: В.С. Люштык [и др.]. – Минск: Медисонт, 2009. – С. 218–219.

REFERENCES

1. Tsvirko R.V. *Bulleten Brianskogo otdeleniya RBO* [Bulletin of Bryansk dpt. of RBS], 2017, 2(10), pp. 45–62.
2. Yurkevich I.D., Lovchik N.F. *Sosnovye lesa Belorussii: Tipy, assotsiatsii, produktivnost* [Pine forests of Belarus: Types, associations, productivity], Nauka i tekhnika, Minsk, 1984, 176 p.
3. Lukashuk A.O., Naiman O.A. *Globalnaya baza dannykh po bioraznoobraziyu. Sovremennye tendentsii razvitiya v Belarusi, Latvii i Litve: sbornik materialov I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Global Biodiversity Data Base. Contemporary Development Tendencies in Belarus, Latvia and Lithuania: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference], Minsk, 2021, pp. 104–107.
4. Lukashuk A.O. *Antropogennaya dinamika landshaftov i problemy sokhraneniya i ustoychivogo ispolzovaniya biologicheskogo raznoobraziya. Mat-ly resp. nauch.-prakt. konf., BGPU* [Anthropogene Dynamics of Landscapes and Issues of Preservation and Sustainable Development of Biological Diversity. Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference, BGPU], Minsk, 2002, pp. 159–160.
5. Yurkevich I.D., Geltman V.S. *Geografiya, tipologiya i rayonirovanie lesnoy rastitelnosti Belorussii* [Geography, Typology and Regionalization of Forest Vegetation of Belarus]. Minsk, Nauka i tekhnika, 1965, 288 p.

6. Kerzhner I.M., Yachevskiy T.L. *Otryad Hemiptera (Heteroptera) – Poluzhestkokrylye, ili Klopy. Opredelitel nasekomykh yevropeyskoy chasti SSSR* [Order Hemiptera (Heteroptera) – Hemipterans, or True Bugs. Key to insects of the European Part of the USSR], M.–L., 1964, 1, pp. 655–845.
7. Aukema, B. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region. Supplement. Vol. 6 / B. Aukema, C. Rieger, W. Rabitsch // The Netherlands Entomological Society. Amsterdam, 2013, 629 p.
8. Meggaran, E. *Ecologicheskoye raznoobraziye i yego izmereniye* [Ecological diversity and its measurement], M.: Mir, 1992, 184 p.
9. Renkonen, O. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmore / Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fennicae. – Vanamo, 1938, 6(1), pp. 1–231.
10. Naiman O.A. *Sbornik nauchnykh statey, posvyaschyonnykh 130-letiyu d-ra biologicheskikh nauk, prof. Anatoliya Vladimirovicha Fedyushina, GRGU im. Yanki Kupaly, Grodno* [Collection of Articles Devoted to the 130th Birthday of Doctor of Biology Professor Anatoliy Vladimirovich Fedyushin, Yanka Kupala State University of Grodno], 2021, p. 166–168.
11. Lukashuk A.O. *Osobo ohranyaemye prirodnye territorii Belarusi. Issledovaniya* [Specially Protected Nature Territories of Belarus. Studies], Minsk: Belorusskiy Dom pechati, 2012, 7, p. 296–301.
12. Lukashuk A.O. *Natsionalniy park “Narochanskiy”: nauchnoe obespechenie, prirodookhrannaya i ekologo-prosvetitel'skaya deyatelnost, rekreatsionniy potentsial: materialy Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [National Park “Narochanskiy: Research Provision, Nature Protection and Ecological and Educational Activities, Recreation Potential: Proceedings of Republican Scientific and Practical Conference], Minsk: Medisont, 2009, p. 218–219.

Поступила в редакцию 28.09.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: oa.naiman@mail.ru – Найман О.А.



ПЕДАГОГІКА

УДК 378.091:[005.213+005.591.1](476)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

И.А. Старовойтова

Министерство образования Республики Беларусь

Совершенствование высшего образования в Республике Беларусь предусматривает комплексное развитие научно-исследовательской, инновационной инфраструктуры вузов, создание новых профессиональных и образовательных стандартов, обновление содержания образовательных программ, форм, технологий и методов образования, а также изменения в профессионально-квалификационной структуре системы высшего образования.

Цель статьи – поиск конкретных путей и обоснование механизмов реализации стратегических целей развития высшего образования в Республике Беларусь.

Материалы и методы. *Методологической основой послужили системный и компетентностный подходы, идеи непрерывного образования и опережающей подготовки специалистов. Использован ряд документов: Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 года, Концепция развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года, Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, государственная программа «Образование и молодежная политика», Кодекс Республики Беларусь об образовании.*

Результаты и их обсуждение. *В работе рассмотрены цели и задачи развития высшего образования, основные направления нормативно-правового регулирования деятельности системы высшего образования, принципы совершенствования социально-гуманитарной подготовки будущего специалиста, новая модель цикла социально-гуманитарных дисциплин, пути реализации модели «Университет 3.0».*

Заключение. *Таким образом, комплексные изменения высшего образования были осуществлены в соответствии с ключевыми приоритетами развития системы образования, которые направлены на повышение качества подготовки высококвалифицированных специалистов, готовых к профессиональной деятельности в быстро меняющемся мире, социально ответственной личности, способной анализировать, инновационно мыслить и решать государственные задачи.*

Ключевые слова: *Республика Беларусь, высшее образование, компетентностный подход, модель «Университет 3.0», социально-гуманитарная подготовка специалистов.*

IMPROVEMENT OF HIGHER EDUCATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS: KEY DIRECTIONS AND RESULTS

I.A. Starovoitova

Ministry of Education of the Republic of Belarus

The improvement of higher education in the Republic of Belarus envisages complex development of the scientific research and innovation infra-structure of universities, elaboration of new professional and academic standards, renovation of curricula contents, of dorms, technologies and methods of education as well as transformation of the professional and qualification structure of the higher education system.

The purpose of the article is the search for definite ways and substantiation of implementation mechanisms of strategic goals of higher education development in the Republic of Belarus.

Material and methods. *The system and the competence approaches, ideas of continuous education and overtaking specialist training became the methodological basis. A number of documents were used: the National Strategy of Sustainable Social and Economic Development up to 2030, the Concept of the System of Education Development in the Republic of Belarus up to 2030, the Program of Social and Economic Development of the Republic of Belarus for the years of 2021–2025, the state program “Education and Youth Policy”, the Code of the Republic of Belarus on Education.*

Findings and their discussion. *The work deals with goals and problems of higher education development, basic directions of normative and legal regulation of the system of higher education activities, principles of the improvement of social and humanitarian training of would-be specialists, a new model of social and humanitarian disciplines cycle, ways of “University 3.0” model implementation.*

Conclusion. *Thus, complex transformations of higher education were carried out in accordance with key priorities of the education system development which are directed at the improvement of the quality of high qualification specialists training, those ready for professional activities in the quickly changing world, a socially responsible personality able to analyze, think innovatively and solve state tasks.*

Key words: *the Republic of Belarus, higher education, competence approach, “University 3.0” model, social and humanitarian training of specialists.*

Определение стратегических целей развития высшего образования, основных направлений и механизмов их реализации базируется в первую очередь на перспективах развития национальной экономики и общества, которые нашли свое отражение в Концептуальных подходах к развитию системы образования Республики Беларусь до 2020 года и на перспективу до 2030 года [1].

Основными задачами развития высшего образования являются:

- создание и совершенствование субъектов инновационной деятельности университета, а также инновационной инфраструктуры университета, направленной на его взаимодействие с современными промышленными предприятиями;
- повышение качества и эффективности практико-ориентированной подготовки специалистов, углубление связей с организациями-заказчиками кадров;
- совершенствование системы планирования и оптимизация структуры подготовки специалистов с высшим образованием;
- развитие инфраструктуры, предполагающей организацию образовательного процесса как непрерывной научной, учебной и практической деятельности по подготовке будущих специалистов;
- развитие сетевых форм взаимодействия при реализации образовательных программ высшего образования;
- активизация работы исследовательских центров фундаментальных, научно-практических исследований;
- развитие социально-личностных компетенций студентов, нацеленных на профессиональное самосовершенствование, патриотизм, поддержку института семьи, здорового образа жизни.

Цель статьи – поиск конкретных путей и обоснование механизмов реализации стратегических целей развития высшего образования в Республике Беларусь.

Материалы и методы. Методологической основой послужили системный и компетентностный подходы, идеи непрерывного образования и опережающей подготовки специалистов. Использован ряд документов: Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 года, Концепция развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года, Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, государственная программа «Образование и молодежная политика», Кодекс Республики Беларусь об образовании.

Результаты и их обсуждение. Для решения обозначенных задач требовалось совершенствование нормативно-правового регулирования деятельности системы образования. Так, в Законе Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в Кодекс Республики Беларусь об образовании» были произведены следующие изменения:

- введена новая модель высшего образования с дифференцированными сроками подготовки, представленной бакалавриатом (общее высшее образование, 3–4 года), магистратурой (углубленное высшее образование, 1–2 года) и непрерывным высшим образованием (специальное высшее образование, 5–6 лет);

- зачетные единицы закреплены как основная единица учета образовательных достижений студентов;
- переход к образовательным стандартам и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования поколения 3+, опирающихся на компетентностный и модульный принципы и сформированных на основе результатов обучения;
- введена дистанционная форма получения высшего образования;
- изменены принципы формирования профессионально-квалификационной структуры системы высшего образования, представленной в Общегосударственном классификаторе Республики Беларусь ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации», ее ориентация на Международную стандартную классификацию образования (МСКО 2011) и виды экономической деятельности;
- укрупнены специальности, введена их профилизация и предоставление учреждениям высшего образования права на самостоятельное формирование до 50% содержания по данным специальностям;
- определен порядок сетевой формы взаимодействия при реализации образовательных программ [2].

Новая система высшего образования ориентирована на опережающую подготовку высокообразованных и высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту, инновационной деятельности, обладающих высоконравственными личностными качествами, что предусматривает оптимизацию структуры подготовки и внедрение новых механизмов обеспечения качества, развитие дистанционных и сетевых форм обучения, повышение гибкости содержания, которые позволяют выработать оптимальный баланс между универсальностью знаний, их фундаментальным характером и ориентированностью на практику.

В настоящее время в Республике Беларусь осуществляется разработка нового поколения образовательных стандартов по специальностям бакалавриата и магистратуры (поколение 3+), обучение по которым будет организовано уже в рамках модели высшего образования, представленной в новом Кодексе об образовании. Новое поколение образовательных стандартов призвано обеспечить: качество и конкурентоспособность образования; фундаментальность и актуальность содержания подготовки; связь с рынком труда и возможность оперативно реагировать на его запросы; дальнейшую реализацию компетентностного подхода.

Совершенствование социально-гуманитарной подготовки специалистов обусловлено изменениями во всех сферах жизнедеятельности современного общества: социальной, производственной, духовной. Возрастает значимость личностных качеств человека, большую роль играют формирование его мировоззрения, отношение к жизни, обществу, семье, стране. Поэтому содержание социально-гуманитарного блока учебного плана направлено на обеспечение формирования научно-гуманитарных знаний, становление личности, принимающей общечеловеческие ценности и воспринимающей культурные достижения, в том числе и через исторический опыт развития своей страны.

Основными в совершенствовании социально-гуманитарной подготовки специалистов являются принципы:

- соблюдения баланса интересов личности, общества и государства, их взаимной ответственности;
- комплексного подхода к решению задач подготовки специалистов в УВО;
- стимулирования самообразования студенческой молодежи, формирования условий для развития социально-личностных компетенций молодого человека на основании конституционных прав и свобод;
- сочетания теоретических знаний и практических навыков в профессиональной подготовке;
- оперативности и своевременности принятия мер по совершенствованию социально-гуманитарной подготовки специалистов;
- применения компетентностного подхода при проектировании содержания социально-гуманитарных дисциплин и результатов обучения по соответствующим дисциплинам;
- использования студентоцентрированного обучения, новых форм, методов и технологий организации образовательного процесса при освоении содержания социально-гуманитарных дисциплин.

Концепция оптимизации содержания, структуры и объема цикла социально-гуманитарных дисциплин в учреждениях высшего образования (далее – Концепция) определяет основные направления совершенствования социально-гуманитарной подготовки специалистов на I ступени высшего образования в учреждениях высшего образования (далее – УВО) вне зависимости от их ведомственной подчиненности и формы собственности и устанавливает порядок организации изучения цикла социально-гуманитарных дисциплин (далее – СГД). Новая модель цикла СГД устанавливает следующие подходы:

- сохранение общего объема академических часов цикла СГД; предоставление студентам возможности выбора дисциплин с учетом их индивидуальных интересов и потребностей, практико-ориентированный и (или) междисциплинарный характер вариативных дисциплин по выбору студента; перезачет пройденных дисциплин цикла СГД при переводе студента в другое УВО либо на другую специальность;
- переход к предметно-дисциплинарному принципу формирования цикла СГД;
- обеспечение фундаментальности, практико-ориентированности и актуальности подготовки обучающихся при освоении содержания СГД;
- предоставление УВО дополнительных возможностей для оперативного обновления содержания СГД;
- обеспечение преемственности в освоении содержания СГД на различных уровнях (ступенях) основного образования;
- универсальность новой модели цикла СГД при организации образовательного процесса, как посредством действующих образовательных стандартов, так и образовательных стандартов нового поколения.

Новая модель преподавания цикла социально-гуманитарных дисциплин содержит три основные учебные дисциплины – «История белорусской государственности», «Философия», «Современная политэкономия», которые обеспечивают формирование универсальных (социально-личностных) компетенций обучающихся, опирающихся на гуманитарные знания, эмоционально-ценностный и социально-творческий опыт и обеспечивающих решение гражданских, социально-профессиональных задач и функций в изменяющихся социально-экономических условиях, формирование социально-личностных компетенций обучающегося, основанных на гуманитарных знаниях, эмоционально-ценностном и духовно-нравственном опыте и обеспечивающих усиление патриотического вектора в воспитании студенческой молодежи с повышением ее роли в гражданском обществе.

Совершенствование социально-гуманитарной подготовки в УВО Республики Беларусь реализуется посредством увеличения гибкости и вариативности учебно-программной документации образовательных программ, усиления роли информационно-коммуникационных технологий в обеспечении процесса образования и практической направленности образования; расширения принципа дисциплинарности, обеспечения фундаментальности, практико-ориентированности и актуальности подготовки обучающихся, обеспечения преемственности в освоении содержания социально-гуманитарных дисциплин на различных уровнях (ступенях) основного образования; формирования условий для развития и раскрытия потенциала, активного жизненного самоопределения, самореализации, саморазвития, конкурентоспособности и успешности студенческой молодежи.

В образовательный процесс УВО активно внедряются новые образовательные технологии: проблемно-модульного обучения, эвристические, личностно ориентированные, интерактивные, проектной деятельности, мотивационные педагогические. Это обусловлено переходом от знаниевой к компетентностной парадигме, широким внедрением информационно-коммуникационных технологий и соответственно расширением доступа к получению информации, необходимостью формирования личностных качеств, обеспечивающих профессиональную социализацию личности.

В учреждениях высшего образования республики внедряется модель «Университет 3.0». УВО, реализующими данную модель, внесены изменения и дополнения в учебно-программную документацию, направленные на изучение вопросов инновационной, изобретательской и предпринимательской деятельности, развитие у обучающихся компетенций и навыков, необходимых для ведения предпринимательской деятельности, реализации стартапов в бизнес-инкубаторах, командного выполнения высокотехнологичных проектов в рамках практико-ориентированного обучения. Важнейшей задачей является формирование инновационного мышления, которое требует умения оперировать фактическими научными данными в сочетании с критическим, креативным восприятием получаемых знаний. Следующий шаг – дальнейшая интеграция инфраструктуры университетского технопарка с инфраструктурой и содержанием образовательного процесса.

В стартап-центрах работают профессиональные команды специалистов, которые помогают развить техническую составляющую идеи, бизнес-план, при проведении патентных и маркетинговых исследований. Таким образом, у студентов появляется возможность не только в развитии бизнес-навыков, но и получении инвестиций для реализации инновационных проектов.

В подведомственных Министерству образования учреждениях функционируют 33 отраслевые лаборатории, созданные в интересах организаций 17 профильных министерств и ведомств страны: Министерства здравоохранения, Министерства архитектуры и строительства, МЧС, Министерства промышленности, Министерства лесного хозяйства, Министерства по налогам и сборам, МАРТ, концернов «Белнефтехим», «Беллесбумпром», «Белгоспищепром», ГВПК и др.

Учреждения высшего образования и научные организации системы Министерства образования в настоящее время выполняют 265 комплексных заданий во всех 12-ти реализуемых государственных программах научных исследований, в том числе 179 – совместно с организациями Национальной академии наук Беларуси. На базе университетов функционируют 6 научно-технологических парков с высоким научно-исследовательским потенциалом и отличаются направлениями деятельности. Университетские технопарки не только выполняют функции бизнес-инкубатора, предоставляя своим резидентам помещения различного функционального назначения, но и обеспечивают полный научно-инновационный цикл – от прикладных исследований и разработок до создания инновационных предприятий и организации производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

Отметим, что количество резидентов университетских технопарков увеличивается с каждым годом: от 47 в 2019 году до 72 резидентов в 2021 году. За данный период создано 195 новых рабочих мест. Объем произведенной инновационной продукции составил 45 508,48 тыс. руб. или 66% от общего объема производства.

Отраслевая программа Министерства образования Республики Беларусь «Кадры 2018–2025» дополнена прогнозом потребности учреждений высшего образования в педагогических работниках высшей научной квалификации до 2025 года. В Программу включена также система мер по закреплению педагогических и научных кадров в учреждениях высшего образования, привлечению к преподавательской и научной работе молодежи. Данная система включает такие мероприятия, как обеспечение грантовой поддержки научно-исследовательских работ профессорско-преподавательского состава учреждений высшего образования (аспирантов, докторантов); закрепление в коллективных договорах дополнительных мер стимулирования педагогических и научных работников в возрасте до 31 года, выпускников аспирантуры, докторантуры, защитивших диссертации в пределах установленного срока обучения, а также их научных руководителей.

Заключение. Таким образом, система высшего образования в Республике Беларусь динамично развивается. Комплексные изменения высшего образования были осуществлены в соответствии с ключевыми приоритетами развития системы образования, которые определены Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 года, Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы, государственной программой «Образование и молодежная политика» и направлены на повышение качества подготовки высококвалифицированных специалистов, готовых к профессиональной деятельности в быстро меняющемся мире, социально ответственной личности, способной анализировать, инновационно мыслить и решать государственные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.11.2021 № 683 «О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru. – Дата доступа: 18.10.2022.
2. Кодекс Республики Беларусь об образовании: по состоянию на 1 сент. 2022 г. – Минск: Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2022. – 512 с.

REFERENCES

1. *Postanovleniye Soveta Ministrov Respubliki Belarus ot 30.11.2021 № 683 "O kontseptsii razvitiya sistemy obrazovaniya Respubliki Belarus do 2030 goda"* [№ 683 Republic of Belarus Council of Ministers Decree "About the Concept of the Development of the System of Education of the Republic of Belarus up to 2030"]. – Mode of access: www.consultant.ru. – Data of access: 18.10.2022.
2. *Kodeks Respubliki Belarus ob obrazovanii: po sostoyaniyu na 1 sent. 2022 g.* [Code of the Republic of Belarus on Education: the State of September 1, 2022], Minsk: Natsionalny tsestr pravovoi informatsii Respubliki Belarus, 2022, 512 p.

Поступила в редакцию 24.10.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: info@edu.gov.by – Старовойтова И.А.

УДК 37.01:001.895(476)“19/20”

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (КОНЕЦ XX – НАЧАЛО XXI ВЕКА)

Е.А. Кунцевич, Е.Я. Аршанский

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

Анализ происходящих изменений в обществе свидетельствует о неизбежности инновационных преобразований, которые ведут к смене требований в различных сферах деятельности, в том числе и в образовательной системе.

Цель статьи – сформировать представление об особенностях педагогических инноваций на разных этапах развития в Республике Беларусь.

Материал и методы. *Материалом послужил анализ литературных источников по проблеме исследования. Изучены работы отечественных ученых. Используются методы анализа научной и научно-методической литературы; наблюдения, сопоставления, систематизации, обобщения.*

Результаты и их обсуждение. *Инновационные процессы в образовании активно откликаются на вызовы социокультурной реальности. Они идут параллельно с существующими традициями, внося принципиальные изменения в обучение, воспитание и развитие личности. Инновационное образование на разных этапах развития создает новый тип отношений между всеми участниками педагогического процесса.*

Заключение. *Трансформации, происходящие в образовании, четко соответствуют этапам развития общества в определенные временные периоды.*

Ключевые слова: *генерация, теоретизация, диверсификация, систематизация, педагогические инновации, генезис, экспериментальная работа, модернизация, инновационная экосистема.*

STAGES OF THE DEVELOPMENT OF PEDAGOGICAL INNOVATIONS IN THE REPUBLIC OF BELARUS (LATE 20TH CENTURY – EARLY 21ST CENTURY)

E.A. Kuntsevich, E.Ya. Arshansky

Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

An analysis of the ongoing changes in society indicates the inevitability of innovative transformations that lead to a change in requirements in various fields of activity, including the educational system.

The goal is to form an idea about the features of pedagogical innovations at different stages of development in the Republic of Belarus.

Material and methods. *The material was the analysis of literary sources on the research problem. Works of domestic scientists have been studied. Methods of analysis of scientific and scientific-methodical literature were used: observation, comparison, systematization, generalization.*

Findings and their discussion. *Innovative processes in education are actively responding to the challenges of social and cultural reality. They go in parallel with existing traditions, introducing fundamental changes in the training, education and development of the individual. Innovative education at different stages of development creates a new type of relationship between all participants of the pedagogical process.*

Conclusion. *The changes taking place in education clearly correspond to the stages of the development of society in certain time periods.*

Key words: *generation, theorization, diversification, systematization, pedagogical innovations, genesis, experimental work, modernization, innovation ecosystem.*

Исторический анализ позволяет проследить изменения и развитие исследуемых процессов. Новое в педагогике – это идеи, подходы, методы, технологии, которые еще не выдвигались или не использовались [1]. Новое в педагогике может касаться педагогической действительности в целом или отдельных ее составляющих: содержания, организации, управления и т.д.

Рассматривая инновации как процесс, происходящий в педагогических системах, мы говорим об изменениях, приводящих к развитию. Они ведут к преобразованию в педагогической системе, что является неизбежным и решающим фактором для развития педагогических концепций в системе образования. В настоящее время можно осознанно говорить о том, что инновации являются самым эффективным средством для совершенствования и развития системы, что мало эффективно в традиционной модели образовательной системы. Говоря о педагогических инновациях, можно выделить основные этапы развития в конце XX – начале XXI века.

Цель статьи – сформировать представление об особенностях педагогических инноваций на разных этапах развития в Республике Беларусь.

Материал и методы. Материалом послужил анализ литературных источников по проблеме исследования. Изучены работы отечественных ученых. Используются методы анализа научной и научно-методической литературы; наблюдения, сопоставления, систематизации, обобщения.

Результаты и их обсуждение. *Первый этап* (1985–1992 гг.) – *генерации*. Система образования в предшествующий период характеризовалась стабильностью, изменения были возможны только в условиях централизованного осуществления различных реформ в образовательной практике. Они проводились с учетом интересов государственной образовательной идеологии, были сведены к системе административных и организационных действий, то есть инновации в образовании предписывались «сверху», исходя из государственного заказа. Все изменения и эксперименты, проводимые в школе, не затрагивали главного – сложившуюся классическую модель образования, ее концептуальные, парадигмальные основы, в которых определялись цели, содержание, формы и методы образования, организация и управление педагогическим процессом [1].

В этот период развивается так называемое движение «Педагогика сотрудничества». Инициаторами инновационных процессов выступают отдельные педагоги и учреждения образования. Тогда же остро возникает вопрос о необходимости развития школы и об отсутствии педагогов, готовых разрешить возникшее противоречие. Развитие этого этапа инновационных преобразований в педагогической системе связано с именами педагогов-новаторов В.Ф. Шаталова, М.П. Щетинина, С.Н. Лысенковой и др.

В исследуемый период наблюдается настоящий подъем педагогического новаторства, что объясняется как развивающимся духом предпринимательства, так и расширившимся диапазоном знакомства с разнообразными педагогическими концепциями. В теории и практике возникают различные методы обучения. Появляются подходы, свидетельствующие о реальной многосторонности методов обучения, естественном процессе дифференциации и интеграции научных знаний о них. Все возникающие новшества разрабатываются и учеными, и педагогами-практиками. Этот опыт многообразен и многовариантен.

Активно шла разработка проблемно-поискового, исследовательского, практического, лабораторного, эвристического методов (Б.В. Всесвятский, Б.И. Игнатьев, И.Я. Лернер, В.Ф. Натали, Б.Е. Райков, М.Н. Скаткин). Для этого времени характерно исследование методов организации и осуществления учебно-познавательной деятельности, ее стимулирования и мотивации, контроля и самоконтроля (Ю.К. Бабанский). Методы обучения в системе инновационной подготовки студентов гуманитарной сферы рассматривал И.И. Цыркун [2].

Инновационное движение в системе образования характеризовалось массовостью и неоднородностью: одни школы только приступили к разработке своей концепции обновления, другие уже оформились как новый тип учебного заведения. Естественно, результаты образования в данных учебных заведениях были различными [1].

В целом первый этап развития инноватики как науки связан с исследованием факторов, влияющих на эффективность нововведений, накоплением эмпирического материала, трансформировавшегося в многочисленные не сводимые друг к другу классификации.

Второй этап (1993–2001 гг.) – *теоретизация*. Этот этап условно можно разделить на два периода. Первый связан с Законом об образовании, благодаря которому появляются первые научные работы по теоретическому осмыслению инновационных процессов в современной школе.

Инновации стимулировались решениями Всесоюзного съезда работников народного образования (декабрь 1988 г.), которые затем получили правовое подтверждение в Законе «Об образовании». Именно неудовлетворенность формами, методами, средствами приводит к потребности инновационных процессов в системе образования. При этом необходимо отметить, что процесс естественности по отношению к самозарождению, саморазвитию инноваций давно прошел, то есть когда инициативно зарождавшийся инновационный опыт пробивал себе дорогу через непонимание, неприятие, через преграды традиций и инструкций.

Системный, сравнительно-сопоставительный анализ генезиса исследуемой проблемы представлен в монографических трудах по истории школы, а также в ряде историко-педагогических работ З.И. Равкина, Ф.Г. Паначина, Р.Б. Вендровской, М.Г. Плоховой, Ф.А. Фрадкина, А.И. Пискунова и др.

Важным аспектом рассмотрения генезиса зарождения инновационной деятельности учителя является процесс использования достижений науки и распространения передового педагогического опыта. В работах А.М. Арсеньева, К.Н. Волкова, М.И. Кондакова, В.В. Краевского, П.И. Карташова, М.Н. Скаткина были выдвинуты плодотворные идеи по проблеме внедрения достижений педагогической науки в практику.

Движение учителей приобрело плановый характер. В этот период наиболее интенсивно начинают внедряться педагогические технологии и в Беларуси. В педагогической практике находят широкое применение исследования отечественных ученых (К.В. Гавриловец, А.И. Жук, И.И. Казимирская, С.С. Кашлев, А.В. Макаров, А.П. Сманцер, В.П. Тарантай, И.И. Цыркун, В.В. Чечет и др.).

Начатые еще в 90-е годы исследования в области педагогической инноватики прочно вошли в педагогическую науку и практику (табл.).

Таблица

Генезис инновационных исследований 1990-х годов

Год	Место	Автор	Тема
1983	Ленинград	Козлова А.Г.	Педагогические проблемы изучения и обобщения передового опыта учителей
1985	Минск	Федина М.Ф.	Проблема дифференцированного подхода в истории советской педагогики
1986	Минск	Короткин Г.Р.	Обучение учащихся рациональным приемам усвоения знаний
1989	Ташкент	Абдулаев Х.У.	Организационно-педагогические условия повышения эффективности факультативных занятий в сельской школе
1989	Минск	Михневич Т.П.	Формирование познавательной активности учащихся в условиях дифференциации обучения

В начале 90-х годов XX столетия в отечественной педагогике были начаты исследования в области педагогической инноватики, и данное понятие прочно вошло в педагогическую науку и практику. В научных трудах Э.Д. Днепров, В.И. Загвязинского, М.М. Поташника, В.С. Лазарева, А.М. Саранова, В.А. Сластенина инновационный процесс рассматривается через инновационную деятельность человека, направленную на изменение рутинных компонентов репродуктивных видов его деятельности.

В этот период происходит оформление педагогической инноватики как вспомогательной педагогической дисциплины о дидактических нововведениях и наиболее оптимальных путях и способах их реализации в практике учебных заведений. Одним из важнейших инновационных процессов является принципиально новое моделирование научно-методической работы на основе принципа взаимосвязи науки и практики, теории и методики. Такое взаимодействие возможно благодаря управляемости на разных уровнях: от школьного до республиканского. Управление выступает как средство

создания оптимальных условий для инновационного развития учреждений образования, благодаря чему появляются все новые педагогические идеи.

Среди современных инновационных теорий развития педагогического образования выделяются направления: личностно ориентированное обучение, развивающее обучение; организационно-структурные модели образования, система многоуровневого образования, развитие теории инноваций и др.

Проблемы преобразования и обновления системы образования входят в предмет научных исследований философов, педагогов, психологов, социологов. Цели, специфика, методологические принципы реорганизации обсуждались в работах И.В. Бестужева-Лады, К.В. Гавриловец, А.А. Гримотя, В.И. Журавлева, И.И. Казимирской, А.И. Кочетова, Н.И. Латыша, Р.С. Пионовой, В.А. Сластенина, А.П. Сманцера, Л.Н. Тихонова, Н.В. Харламова, И.И. Цыркуна, В.В. Чечета и др. Эти исследования подготовили необходимую почву для рассмотрения проблемы становления и развития системы образования в историческом плане.

В конце 1990-х годов радикальные изменения в обществе, вызванные перестройкой, потребовали критического анализа деятельности регионального научно-практического комплекса и определения перспектив его развития. Прежде всего, нуждается в улучшении сам механизм взаимодействия науки и практики, ученых-педагогов и работников школ. Требуется более тщательный учет и анализ социально-психологических, профессионально-деятельностных факторов. Это время характеризуется глубокими, разноплановыми изменениями в системе образования, которая адекватно реагирует на изменившиеся социально-экономические, идеологические, политические, нравственно-этические условия жизни современного общества. Образование должно не только учитывать их, меняя структуру и содержание деятельности, но и следить за ними, одновременно влияя на его развитие и изменение. Введение новшеств предполагает повышение продуктивности образовательно-воспитательной сферы и более эффективного воспитания учащихся в духе новых требований к личности [1].

Второй период характеризуется ориентацией на комплексное изучение инновационных процессов и конкретных нововведений с учетом факторов, определяющих их эффективную реализацию, что обуславливает начало исследований социального фона инновационной деятельности. Инновационные процессы инициируются образовательной политикой государства и принимают планово-директивный характер.

В это время появляются первые обучающие программы-тренинги для участников инновационной деятельности, имеющие целью консультирование по комплексу практических проблем, связанных с реализацией инноваций во всех сферах деятельности (И.В. Бестужев-Лада, А.И. Пригожин, Б.В. Сазонов, Н.И. Лапин, В.С. Толстой, В.Д. Хартман, В. Шток и белорусские исследователи – В.А. Александров, Г.А. Несветайлов). В указанный период инновации приобретают статус научного направления, исследовательского характера. Отдельные инновационные феномены в образовательной практике переходят в направленную инновационную деятельность. Основным предметом исследований становится инновационный процесс, включая спонтанную диффузию и целевой перенос нововведений.

Этот период характеризуется качественными изменениями инновационных преобразований.

По мнению М.В. Кларина, понятие «инновация» относится не просто к созданию и распространению новшеств, но к таким изменениям, которые носят существенный характер, сопровождаются трансформациями в образе деятельности, стиле мышления. Категория новизны относится к качественным чертам изменений [3, с. 32].

И.А. Колесникова утверждает: «Использование по отношению к педагогическому явлению, процессу, деятельности термина “инновации” – это не просто указание на их новизну, но и общественное признание, появление принципиально иного КАЧЕСТВА, не существовавшего ранее. Речь идет не о любой новизне, но лишь о той, которая совпадает с тенденциями прогрессивного развития педагогической реальности, привнося в настоящее часть будущего» [4, с. 61].

Раскрывая понятие качества в инновационной деятельности, И.А. Колесникова акцентирует внимание не на количественном изменении педагогического объекта, а на системно-целостном

движении. Последнее десятилетие выявило, по мнению И.А. Колесниковой, в педагогической реальности несколько линий инновационного развития. Так, например, создание интерактивных технологий, связанных с возможностями мультимедийного обеспечения образовательного процесса, развитие дистанционного обучения [4, с. 71].

Особенность педагогических инноваций данного периода заключается в том, что они рассматриваются с позиций философских, логико-методологических, экспериментальных, исторических, эмпирических, прикладных знаний, применимо к конкретной деятельности.

Третий этап (2002–2010) – *диверсификация*. Решаются задачи совершенствования содержания и технологий образования; развития системы обеспечения качества образовательных услуг; повышения эффективности управления в системе образования; совершенствования экономических механизмов в сфере образования.

Динамизм глобальных перемен в мире, смена экономического и социально-культурного укладов в нашей стране способствовали тому, что школа должна была гибко реагировать на складывающуюся ситуацию. В области образования возникла необходимость учитывать процессы, обладающие инновационным характером:

- децентрализацию образования, что позволяло самостоятельно развивать образовательную сеть региона и формировать «портфель заказа» на конкретного специалиста;
- демократизацию учебных заведений, обеспечивающих самостоятельность в определении форм, способов и условий организации педагогического процесса;
- потребности общеобразовательной школы в педагоге, способном к проектированию собственной педагогической деятельности в зависимости от типа образовательного учреждения и использующем преподаваемый предмет в качестве средства развития обучающихся;
- необходимость удовлетворения личностных запросов обучающихся, ориентированных на возможность выстраивания индивидуальной образовательной программы, включающей неоднократный акт выбора содержания и уровня получаемого образования.

Инновации в системе образования закономерно взаимосвязаны с экспериментальной работой. Эта деятельность в последние годы разворачивается планомерно. В настоящее время известно множество экспериментальных площадок. По массовости участия можно выделить следующие образовательные модели (системы, теории, концепции, технологии) этого периода: система развивающего обучения Л.В. Занкова; система развивающего обучения Д.Б. Эльконина–В.В. Давыдова; теория проблемного обучения (А.М. Матюшкин, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов); теория содержательного обобщения (В.В. Давыдов); программированное обучение (Н.Ф. Талызина, Т.А. Ильина и др.); концепция поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин); теория развития познавательного интереса (Г.И. Щукина); теория оптимизации обучения (Ю.К. Бабанский, М.М. Поташник); теория активизации учебной деятельности (А.К. Маркова, Т.Н. Шамова, И.Ф. Харламова и др.); адаптивная система обучения (А.С. Границкая); система Л.В. Тарасова «Экология и диалектика»; система, основанная на гуманно-личностном подходе (Ш.А. Амонашвили); методическая система интенсивного обучения (В.Ф. Шаталов); технология «погружения» (М.П. Щетинин); методические системы педагогов-новаторов: С.Н. Лысенковой, Н.П. Гузика, Е.Н. Ильина, И.П. Волкова и др.; новые информационные технологии: КТО, ИТО и др.; предметно-классно-урочная система обучения. Коллективный способ обучения (В.К. Дьяченко); методика коллективной творческой деятельности (И.П. Иванов); модель начального образования «Развивающая среда» (И.И. Ильясов); система, созданная на деятельностно-коммуникативной основе (Л.Ф. Климанова); технология воспитания (Н.Е. Щуркова); дифференцированное обучение. Бригадно-лабораторное обучение. Организационно-деятельностная игра. Теория укрупненных дидактических единиц (П.Б. Эрдниев); система С. Френе; система М. Монтессори; «Вальдорфская педагогика» (Р. Штайнер); система Л. Рона Хаббарда; гуманистическая педагогика (К. Роджерс); технология полного усвоения (Б. Блум, Дж. Кэрролл); модель «Структура интеллекта» (Дж. Гилфорд); когнитивно-аффективная модель (Ф. Уильямс); модель «Три вида обогащения учебной программы» (Дж. Рензулли); система С. Пейперта «Использование компьютеров в учебном процессе» и др. Современные технологии образования: «Система учебной информации»,

«Система творческих заданий», «Моделирование», «Учебное исследование», «Научное исследование», «Проектирование среды», «Конструирование» (В.А. Бухвалов) [5, с. 138].

Приведенный перечень образовательных моделей включает разные образовательные технологии, методики, методические системы. В него включены педагогические теории и концепции, нашедшие применение в практической педагогической деятельности. Отдельные образовательные аспекты уже опробованы на экспериментальных площадках в Республике Беларусь:

1. Пилотные районы информационных технологий организации учебного процесса и управленческой деятельности.
2. Модульное обучение.
3. Вариативные модели сельских многопрофильных школ.
4. Основные закономерности построения и функционирования целостной региональной системы образования сельского района.
5. Образовательная программа «Школа 2100».
6. Активные методы обучения школьников курсу «Здоровый образ жизни».
7. Педагогическая технология ТРИЗ.
8. Непрерывное экономическое образование школьников.
9. Новые методики и технологии обучения иностранным языкам.
10. Безотметочная система оценки результатов познавательной деятельности учащихся.
11. Личностно-деятельностная технология «Шаг в будущее».
12. Современные педагогические технологии в специальном образовании (индивидуального обучения, коммуникативного обучения родному языку, проблемного обучения).
13. Педагогическая технология М. Монтессори в специальном образовании.
14. Модель школы личностно ориентированного образования.

Таким образом, перечисленные выше инновационные проекты имеют свои отличительные признаки и особенности развития: направленность их выражена в новизне идеи, определяющей творческий поиск учителя и оригинальность технологического решения; актуальность; композиционную целостность, т.е. связь целей инноваций с ее содержанием, организацией и методическим обеспечением; эффективность. Изменения в педагогике свидетельствуют о том, что как бы ни менялось, ни совершенствовалось обучение, все зависит от особенностей использования методов обучения, их применения, от постоянно меняющихся факторов и условий.

Для этого периода характерно развитие инновационной деятельности с позиции социального аспекта. Проводится анализ типов инноваций, реализуется разработка методов оценки инновационных рисков. Совершенствуются и формируются рекомендации в образовательных инновациях с позиции государственной политики. В означенный период разработкой инновационных направлений в различных областях занимались А.С. Ахиезер, Ю.А. Карпова, В.Ж. Келле, А.Г. Краснов, С.Е. Крючкова, А.В. Марков, М.В. Мясникович, П.Г. Никитенко, В.П. Петров, А.И. Пригожин, Г.Н. Соколова, Д.И. Степаненко, С.А. Шавель, Ю.В. Яковец [6, с. 11].

Программы развития образования на данном этапе решались путем совершенствования содержания и технологий образования; развития системы обеспечения качества образовательных услуг; повышения эффективности управления в системе образования; обновления экономических механизмов в сфере образования.

Четвертый этап (2011 год и по настоящее время) – *систематизация*. Стратегической целью государственной политики в области образования в указанный период является повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития, современным потребностям общества и каждого гражданина.

Современный этап развития – это переход на качественно новое образование. В то же время существенной характеристикой инновационных процессов являются идеи, выведенные из богатого традициями прошлого. Это обусловлено тем, что человеческая деятельность развивается и находится в состоянии непрерывного возобновления. Однако прогрессивные традиции в концентрированном виде удерживаются и сохраняются, но в новом контексте. Поэтому традиции и инновации

сосуществуют в неразрывном единстве, под которым следует понимать их гармоничное взаимодействие. В эволюционном развитии данных категорий отсутствует явный приоритет одного над другим. Следовательно, эти понятия можно рассматривать как особо значимый историко-педагогический феномен, т.к. именно благодаря их согласованию не только образование, но и все институты общественной жизни в эпоху социальных потрясений и реформ остаются способными к устойчивому саморазвитию.

Современные инновации и по организационным формам, и по содержанию педагогического процесса существенно отличаются от проводимых ранее. Для них важно не только изменение содержания процесса, но и способов модернизации этого процесса, то есть технологии деятельности. С точки зрения инновационной деятельности важнее технология подачи и использования нового, строгая логическая увязка новшества с особенностями среды внедрения, исполнителей, ожидаемого эффекта. В образовательном пространстве инновация становится базой развития творческой, здоровой, высокопрофессиональной личности, если представляет собой целостную теоретическую, технологическую концепцию обновления.

Инновации как явление существовали в различные периоды эволюции человеческого общества, но в силу неоднозначности позиций по вопросу содержания понятия новации остается дискуссионным вопрос о классификации новшеств в образовании. Его решение еще больше затрудняется, если учитывать сложность, комплексность и динамичность процессов воспитания и образования.

Ключевым аспектом изучения становятся инновационные сети, максимально чуткие к быстрой динамике рынка, маркетинго-ориентированные, улавливающие потенциальные тенденции спроса. Настоящий период характеризуется:

- необходимостью обеспечения инновационного характера уже на реализации базового образования;
- дифференциацией и модернизацией составляющих системы образования как инструментов социального развития;
- созданием современной системы непрерывного образования, подготовки и переподготовки профессиональных кадров;
- формированием механизмов мониторинга качества и востребованности образовательных услуг с участием потребителей, а также участием в международных сопоставительных исследованиях.

Заключение. Таким образом, определяя этапы развития педагогических инноваций, можно выделить такие составляющие, как реформирование «изнутри», экспериментальное определение инструментария изменений; реформирование «снаружи», апробация институциональных изменений; массовое внедрение, превращение институциональных изменений в основу системных изменений; становление нового качества образования.

В целом конец XX века в педагогике характеризовался огромным количеством нововведений, которые стремились трансформировать имеющуюся систему образования. Все происходящее в образовании в этот период времени носило спонтанный характер, многие ученые, педагоги-практики внедряли в свою деятельность новые подходы, что приводило к модернизации отдельных элементов системы как таковой. Эти изменения затронули все сферы педагогического образования и имели разрозненный характер. Назрела необходимость систематизировать имеющиеся инновации того периода и выделить основные направления для дальнейшего развития.

Инновационные преобразования в Республике Беларусь в конце XX столетия имели преимущественно локальный характер. Система образования на этом этапе нуждалась в анализе инновационных ситуаций, разработке методологии и оценке нововведений, формировании рекомендаций относительно государственной политики в области нововведений. В исследованиях конца XX – начала XXI в. педагогические инновации стали рассматриваться в качестве доминирующих в образовательной политике.

В условиях современного развития образования актуальным является создание инновационной экосистемы, объединяющей заинтересованных, готовых поделиться своими имеющимися ресурсами, чтобы в рамках этой системы стать частью нового. Инновационная экосистема представляет

собой живой социальный организм, который постоянно изменяется благодаря участникам и внешним обстоятельствам, самоорганизуется и саморазвивается. Успех инновационной экосистемы зависит от разветвленности, последовательности и неразрывного превращения идеи в инновацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саранов, А.М. Теоретические основы становления и развития инновационных образовательных систем: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / А.М. Саранов. – В., 2000. – 385 с.
2. Цыркун, И.И. Педагогическая инноватика: науч.-метод. пособие / И.И. Цыркун. – Минск: Изд-во Ротапринт БГПУ им. Максима Танка, 1996. – 140 с.
3. Кларин, М.В. Инновации в образовании. Метафоры и модели / М.В. Кларин. – М., 1997. – 223 с.
4. Колесникова, И.А. Педагогическая реальность в зеркале межпарадигмальной рефлексии / И.А. Колесникова. – СПб., 1999. – 242 с.
5. Селевко, Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. / Г.К. Селевко. – М., 2006. – Т. 1. – 816 с.
6. Кунцевич, Е.А. Педагогические инновации в современном учреждении образования в контексте проблемы их типологизации / Е.А. Кунцевич // Педагогическая наука и образование. – 2021. – № 1(34). – С. 7–15.

REFERENCES

1. Saranov A.M. *Teoreticheskiye osnovy stanovleniya i razvitiya innovatsionnykh obrazovatelnykh system: dis. ... d-ra ped. nauk* [Theoretical Bases of Innovation Education System Maturation and Development: Dr.Sc. (Education) Dissertation], V., 2000, 385 p.
2. Tsyrkun I.I. *Pedagogicheskaya innovatika: nauch.-metod. posobiye* [Pedagogical Innovation: Textbook], Minsk: Izd-vo Rotaprint BGPU im. Maksima Tanka, 1996, 140 p.
3. Klarin M.V. *Innovatsii v obrazovanii. Metafori i modeli* [Innovation in Education. Metaphores and models], M., 1997, 223 p.
4. Kolesnikova I.A. *Pedagogicheskaya realnost v zerkale mezhpardigmalnoi refleksii* [Pedagogical Reality in the Mirror of Inter-Paradigm Reflection], SPb., 1999, 242 p.
5. Selevko G.K. *Entsiklopediya obrazovatelnykh tekhnologii: v 2 t.* [Encyclopedia of Education Technologies: in 2 Volumes], M., 2006, 1, 816 p.
6. Kuntsevich E.A. *Pedagogicheskaya nauka i obrazovaniye* [Pedagogical Science and Education], 2021, 1(34), pp. 7–15.

Поступила в редакцию 22.09.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: met_him@mail.ru – Аршанский Е.Я.

УДК 378.147

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

А.А. Деревинская, Е.В. Жудрик, А.В. Деревинский

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

Авторами рассматриваются возможности использования системы дистанционного обучения (СДО) Moodle в образовательном процессе со студентами дневной формы обучения по учебным дисциплинам «Генетика», «Ботаника»: раскрываются особенности применения различных элементов и ресурсов онлайн-курса, таких как «Лекция», «Тест», «Задание», «Форум», «Чат», «Гиперссылка», «Книга», «Файл», «Глоссарий», на различных этапах освоения учебного материала для организации как самостоятельной работы студентов, так и интерактивной работы студентов.

Цель статьи – описание опыта использования разработанных онлайн-курсов в системе дистанционного обучения Moodle для организации самостоятельной работы студентов.

Материал и методы. *Материал исследования – система дистанционного обучения «Moodle» как платформа реализации онлайн-курсов по учебным дисциплинам «Генетика» и «Ботаника» для студентов дневной формы получения образования. Предмет исследования – информационно-коммуникационные технологии для создания дистанционных курсов. Основные методы при разработке дистанционных курсов в СДО следующие: модульность, четкое целеполагание, когнитивность, целостность, самообучение, интерактивность, гибкость и контроль обучения.*

Результаты и их обсуждение. *Посредством системы дистанционного обучения Moodle созданы электронные учебно-методические комплексы по учебным дисциплинам «Ботаника» и «Генетика», ориентированные на организацию взаимодействия между преподавателем и студентами как для организации удаленного обучения, так и для поддержки очного обучения. Структура модулей включает дополняющие друг друга элементы, которые отличаются по своему виду и назначению. Помимо стандартных элементов обучения (лекции, задания и тесты) нашли применение глоссарий, форумы и чаты, практикумы, помогающие разнообразить процесс обучения.*

Заключение. *Опыт разработки и использования курсов дистанционного обучения позволяет сформулировать вывод: важно применять ресурсы СДО «Moodle» комплексно таким образом, чтобы учебный курс содержал три основных составляющих элемента: информационные, контрольно-измерительные и элементы коммуникации – для осуществления обратной связи в «online» режиме.*

Ключевые слова: *высшее образование, образовательный процесс, система дистанционного обучения Moodle, самостоятельная работа студентов, интерактивные методы обучения, интерактивный электронный учебно-методический комплекс.*

USING THE MOODLE DISTANCE LEARNING INFORMATION SYSTEM FOR ORGANIZING STUDENTS INDEPENDENT WORK IN BIOLOGICAL DISCIPLINES

A.A. Derevinskaya, E.V. Zhudrik, A.V. Derevinsky

Education Establishment “Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University”

The article discusses the possibilities of using the Moodle distance learning system in the educational process with full-time students in the academic disciplines “Genetics”, “Botany”. Features of using various elements and resources of the online course are considered, such as “Lecture”, “Test”, “Assignment”, “Forum”, “Chat”, “Book”, “Glossary”, “Hyperlink”, “File” at various stages of mastering the educational material for the organization of both independent work of students and interactive work of students.

The objective of the article is a description of the experience of using the developed online courses in the Moodle distance learning system for organizing students independent work.

Material and research methods. The object of the research is the distance learning system "Moodle" as a platform for the implementation of online courses in the academic disciplines "Genetics" and "Botany" for full-time students. The subject of the research is information and communication technologies for creating distance courses. The main methods for creating distance courses in the distance learning system (LMS) were the following: modularity, clear goal-setting, cognitiveness, integrity, self-learning, interactivity, flexibility and control of learning.

Findings and their discussion. Using the Moodle distance learning system, electronic academic and methodological complexes for the academic disciplines "Botany" and "Genetics" have been developed, focused on organizing interaction between the teacher and students both for organizing distance learning and for supporting full-time education. The structure of the modules includes complementary elements that differ in their appearance and purpose. In addition to the standard learning elements: lectures, assignments and tests, a glossary, forums and chats, workshops are used to help diversify the learning process.

Conclusion. The experience of developing and using distance learning courses allows us to formulate a conclusion: it is important to use the resources of the Moodle DLS in a comprehensive manner so that the training course contains three main components: information elements, control and measuring elements, communication elements for providing feedback in "online".

Key words: higher education, educational process, Moodle distance learning system, independent work of students, interactive teaching methods, interactive electronic academic and methodical complex.

Процесс обучения сегодня становится все более сложным, информационно насыщенным, динамичным и разнообразным, в то же время он должен быть доступным и более ориентированным на личные потребности каждого обучающегося. В связи с этим важное место занимают проблемы выбора источника образовательных услуг и распределения временного ресурса для обучения студентов. Новый режим обучения в вузах в онлайн-формате стал реальностью из-за введения карантинных мер, что вызвало необходимость практической реализации дистанционных курсов по преподаваемым учебным дисциплинам. Существующие технологии дистанционного обучения позволили достаточно быстро и эффективно адаптироваться всем участникам процесса обучения к новым требованиям. Образовательная среда Moodle является одной из самых востребованных программных оболочек дистанционного обучения, которая помогает создавать электронный учебный контент и организовать в университете образовательный процесс со студентами в режиме удаленного доступа.

Изучение любой дисциплины в учреждении высшего образования (УВО) предполагает как аудиторную работу, так и самостоятельную работу студентов. Частично облегчить и автоматизировать работу преподавателя по управлению самостоятельной работой студентов может система дистанционного обучения (СДО) Moodle.

Moodle – информационная среда, предназначенная для разработки электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) и управления процессом обучения. Курс по учебной дисциплине, созданный в Moodle, представляет набор интерактивных элементов, сгруппированных в модули по темам или неделям обучения. При разработке дидактического модуля как средства организации самостоятельной работы студентов особая роль отводится оперативной обратной связи в интерактивном режиме [1; 2].

К основным функциональным возможностям ЭУМК можно отнести следующие [3]:

- возможность учитывать нормативные требования образовательного стандарта и учебных планов;
- сбалансированная структура образовательных единиц (модулей);
- разработка качественного образовательного контента;
- возможность быстрой коррекции и доработки учебных материалов;
- сочетание различных технологий проведения учебных занятий и форм выполнения заданий;
- возможность использования разнообразного мультимедийного контента;
- контроль работы обучающихся и формирование отчетности;
- единый формат оценивания студенческих работ;
- возможность получения статистики по различным показателям курса;
- организация взаимодействия участников образовательного процесса в интерактивном режиме;
- совместимость компонентов и возможность их многократного использования.

С внедрением дистанционных технологий становится доступным решение следующих проблем [4]:

1. Современный инструментальный дистанционного обучения позволяет изменить подход к самому образовательному процессу, расширив возможности интерактивных и проблемных форм проведения учебных занятий. Например, по-новому могут быть организованы формы аудиторной и самостоятельной деятельности студентов. Проверку домашнего задания и выполнение рейтинговых контрольных

работ можно перенести в сетевой формат, а на учебных занятиях уделить больше внимания творческой групповой работе.

2. Дистанционные технологии позволяют стимулировать работу с дополнительным учебным материалом и компенсировать нехватку учебной и методической литературы в библиотечном фонде. При этом важно построить образовательную среду, которая обеспечит учащемуся доступ к различному цифровому контенту.

3. Дистанционные технологии помогают сократить потери учебного времени из-за природно-климатических и санитарно-медицинских факторов. Карантин, мороз, удаленность УВО, заочная форма обучения являются факторами, влияющими на графики учебного процесса. Удаленный формат дистанционных технологий позволяет нивелировать эту проблему, подготовка и проведение учебных занятий в сетевом формате вполне могут заменить аудиторную форму работы при невозможности проведения ее в очной форме.

4. Также дистанционное обучение может быть эффективно использовано при оказании дополнительных образовательных услуг лицам, находящимся на домашнем обучении или имеющим ограничения возможностей по здоровью.

Рассматривая технические возможности СДО Moodle, необходимо отметить ее достоинства и недостатки. Главными преимуществами программной среды являются [4]:

1. Свободное распространение, наличие версии на русском языке.
2. Открытость программного кода, что позволяет расширить возможности Moodle своими программными модулями.
3. Развитие программного обеспечения: среда Moodle постоянно совершенствуется и дополняется новыми опциями и возможностями для реализации электронного образования.
4. Простота установки, поддержания и функционирования.
5. Функциональная полнота, что способствует реализации практически всех востребованных функций системы дистанционного обучения.

К минусам СДО Moodle относятся:

1. Для установки системы требуются хостинг, сервер, доменное имя и другое, поэтому содержание системы является сравнительно затратным.
2. Система требовательна к серверу, бесплатный хостинг позволяет устанавливать только старые версии СДО.
3. Громоздкая – большинство инструментов не используются при создании обучающих курсов.
4. Отсутствует интуитивное управление, поэтому работа в данной СДО требует детального изучения возможностей.

Цель статьи – описание опыта использования разработанных онлайн-курсов в системе дистанционного обучения Moodle для организации самостоятельной работы студентов.

Материал и методы. В настоящее время дистанционное образование рассматривается как отдельный вид обучения, в котором выделяют характерные ему содержание, цели, задачи, функции, принципы и методы, с помощью которых происходит взаимодействие субъектов образовательного процесса. Обучение в СДО «Moodle» должно отвечать дидактическим принципам, таким как объективность, научность, систематичность, доступность, наглядность. При этом инструментальный СДО позволяет использовать возможности интерактивных и проблемных методов обучения.

Материал исследования – система дистанционного обучения «Moodle» как платформа реализации онлайн-курсов по учебным дисциплинам «Генетика» и «Ботаника» для студентов дневной формы получения образования по специальностям 1-02 04 01 Биология и химия, 1-02 04 02 Биология и география.

Дистанционное обучение осуществляется посредством информационных технологий, в режиме самообучения, который функционирует благодаря организационной и технической поддержке преподавателей-разработчиков онлайн-курса.

Как основные методы и принципы при разработке дистанционных курсов «Ботаника» и «Генетика» в системе «Moodle» были выделены следующие [5]:

1. Модульность – метод группировки функционально значимых частей в модули. Согласно учебным программам: по дисциплине «Ботаника» содержание раздела «Морфология растений» разделено на 9 тем (модулей), раздел «Систематика растений» включает 10 тем (модулей), по дисциплине «Генети-

ка – 8 тем (модулей). При этом каждый модуль в свою очередь подразделяется на учебные единицы. Такой метод дает возможность студентам изучать темы в логической последовательности, шаг за шагом.

2. Четкое целеполагание – постановка определенной цели, которую нужно достичь при изучении учебной дисциплины. Полученные теоретические знания с помощью дистанционного обучения в дальнейшем помогут связывать их с практическими навыками. Поэтому очень важно в каждой теме выделить реальную цель для достижения планируемого уровня развития компетенций студента.

3. Когнитивность – тот максимальный объем знаний, которые студент может получить при изучении учебной дисциплины в условиях дистанционной формы обучения. Усвоение каждой учебной единицы в теме активизирует познавательную деятельность студента, мотивирует на самостоятельное более углубленное изучение вопроса. Для лучшего усвоения материала в каждой теме добавлены тренировочные тестовые задания, различные формы интерактивного контента и гиперссылки на учебные материалы для дополнительного изучения.

4. Целостность – единство учебного материала в программе «Moodle» позволяет студенту использовать и выполнять все виды учебной работы без помощи дополнительных интернет-источников для достижения поставленных целей в освоении содержания учебной дисциплины. В тематических модулях для изучения представлены интерактивные лекции, глоссарий, задания, гиперссылки, электронные ресурсы в различной форме, интерактивные модули.

5. Самообучение – необходимая установка для обучения при организации занятий в дистанционном формате, что подразумевает практико-ориентированный подход. Необходимо предоставлять студентам возможность самостоятельно отвечать на поставленные вопросы, решать проблемные ситуации с помощью практических и самостоятельных упражнений. Поэтому помимо основного теоретического материала (конспект лекций, глоссарий) важную роль играют мультимедийные учебные средства и комплексы заданий для самостоятельного выполнения.

6. Интерактивность – метод взаимодействия студента–преподавателя и студента–студента посредством информационных и коммуникативных технологий. Необходимо наличие постоянной обратной связи, возможность вести диалог при изучении материала для того, чтобы получить совет, изложить свои мысли либо просто отправить выполненное задание на проверку. Все это делает учебную работу более интересной, у студентов появляется стремление узнать и освоить дополнительный материал, а преподавателю дает возможность оценить уровень усвоения материала каждым студентом.

7. Гибкость – необходимость подстраивать учебный процесс под индивидуальные особенности студента. Выстраивание определенной образовательной траектории помогает студенту обучаться в удобное время, самостоятельно организуя свой учебный процесс.

8. Контроль обучения – оценивание знаний студентов при изучении учебной дисциплины. Для лучшего усвоения содержания материала по каждой теме лекции добавлены вопросы, на которые необходимо ответить после прохождения лекции, тестовые материалы для самопроверки знаний и комплексы задач для самостоятельного решения. Результатом такой проверки является отметка, которую студент получает после прохождения тестирования или в качестве комментария преподавателя по результатам проверки выполненных заданий, после чего можно судить о прогрессе обучения каждого студента индивидуально.

Разработка интерактивных электронных учебно-методических комплексов (ИЭУМК) по учебным дисциплинам «Генетика» и «Ботаника» осуществлялась в 2019–2021 гг. на кафедре общей биологии и ботаники факультета естествознания БГПУ, данные ИЭУМК зарегистрированы в Государственном реестре информационных ресурсов и внедрены в учебный процесс.

Результаты и их обсуждение. Согласно положению об интерактивном электронном учебно-методическом комплексе БГПУ дается следующее определение данного термина: интерактивный электронный учебно-методический комплекс – это электронный образовательный ресурс, включающий систематизированные учебные, научные и методические материалы по определенной учебной дисциплине для организации учебного процесса и ориентированный на осуществление самостоятельной учебно-исследовательской деятельности обучающихся на основе технологий и методик электронного обучения. Научно-методическое содержание ИЭУМК по учебным дисциплинам «Генетика» и «Ботаника» разработано в соответствии с содержанием образовательного стандарта

спеціальностей 1-02 04 01 Біологія і хімія; 1-02 04 02 Біологія і географія, учебним планом і програмою по учебній дисципліні.

Інтерактивні ЕУМК по учебним дисциплінам «Генетика» і «Ботаніка» згідно вимогам містять в своїй структурі наступні модулі:

1. Модуль «Описание ресурса» включає: назву і призначення ІЕУМК, свідоцтво про реєстрацію, цільову аудиторію, інформацію про автора і викладачів учебної дисципліни, новостний форум для інформування студентів.

2. Організаційно-методичний модуль складає з: затвердженої учебної програми і учебно-методичної карти дисципліни, методичких вказівок по вивченню курсу, переліку формуваних компетенцій студентів, глосарія термінів, електронних варіантів учебників і учебних посібників (або активних гіперссылки на них), новостного форуму, ссылок на блоги викладачів.

3. Тематичні модулі являються найбільш об'ємними по кількості ресурсів і включають:

- назву теми в відповідності з учебно-методичною картою по дисципліні;
- інтерактивні лекції з питаннями, конспект лекцій в текстовому форматі і презентації до нього, відеоматеріали, додаткові теоретичні матеріали на уваження викладача;
- методичні вказівки і пояснення по виконанню практичних завдань до лабораторних і семінарських занять;
- перелік питань для підготовки до занять і інтерактивні завдання для самостійного виконання;
- чати, які застосовуються для оперативної комунікації викладач–студент, студент–студент, коли потрібно обговорити певну тему або проблему в режимі реального часу;
- форуми для інтерактивної комунікації, забезпечуючі можливість обміну інформацією між учасниками навчання і можуть використовуватися для проведення дискусій;
- інтерактивний контент, модулі Wiki і HotPot;
- тренувальні тести для самоперевірки.

4. Підсумковий модуль містить: питання для підготовки до зачету і екзамену, тематику курсових робіт і рефератів, підсумковий тест по дисципліні, анкетні опитування.

5. Додаткові модулі на уваження викладача можуть включати: лабораторний практикум; збірник з прикладами оформлення і рішень біологічних завдань.

Розроблені в СДО «Moodle» ІЕУМК по біологічним дисциплінам надають можливість викладачам оформити учебно-методичні матеріали в різних форматах, а також використовувати різноманітні інструменти контролю за якістю підготовки студентів. Електронні ресурси, створені з допомогою широкого набору інструментів для організації учебного процесу в межах створених курсів, дозволили:

- розробляти тематичні модулі в відповідності з розділами учебної програми по дисципліні різних форматів, таких як, глосарій, сторінка, пояснення, книга, інтерактивні гіперссылки, завдання, файли з учебно-методичними матеріалами (мультимедійні презентації Power Point, документи Word і Pdf, аудіо- і відеофайли), інтерактивний контент, тести;
- активно редагувати і доповнювати курс необхідними учебними матеріалами;
- формувати чати і форуми для окремих груп студентів з метою здійснення зворотного зв'язку і організації роботи на лекційних, семінарських і практичних заняттях;
- запрошувати викладачів як співавторів курсу з повними правами адміністраторів;
- «програмувати» елементи курсу, визначаючи розклад появи тих або інших його елементів;
- відкривати і обмежувати студентам доступ до елементів курсу в певний час;
- аналізувати статистику відвідувань, перегляду учебних матеріалів, а також виконання завдань кожним навчаним;
- використовувати календар як щоденник для роботи, що допомагає відслідковувати минулі, поточні і майбутні події по учебному курсу;
- оцінювати роботу і давати коментарі до виконаних робіт навчаних;
- проводити підсумкове тестування по результатам засвоєння змісту учебної дисципліни з автоматичним підрахунком результатів.

Рассмотрим опыт применения элементов СДО «Moodle» для организации самостоятельной работы студентов по учебным дисциплинам «Ботаника» и «Генетика». Принято выделять следующие основные этапы работы с учебным материалом [2]:

- актуализация знаний студентов;
- получение новых знаний;
- закрепление знаний;
- формирование умений и навыков;
- обобщение и систематизация полученных знаний;
- контроль усвоения материала.

На каждом из перечисленных этапов можно добиться достижения необходимых дидактических целей обучения с помощью использования различных возможностей элементов дистанционного курса, созданного в Moodle. В табл. представлены разработки, отражающие варианты самостоятельной работы студентов на примере конкретных тематических модулей по учебным дисциплинам «Генетика», «Ботаника» (разделы «Морфология растений», «Систематика растений»), что позволяет существенно повысить эффективность обучения.

Таблица

Самостоятельная работа студентов по учебным дисциплинам «Ботаника» и «Генетика» с использованием элементов дистанционного курса Moodle

ИЭУМК по учебной дисциплине «Генетика»		
Тематический модуль «Изменчивость генетического материала»		
Элементы и ресурсы дистанционного курса		
Этапы работы с учебным материалом	Актуализация знаний студентов	Ресурсы курса: мультимедийные презентации, глоссарий применяются для повторения теоретического материала на основе сформированных знаний по темам «Материальные основы наследственности», «Закономерности наследования признаков», «Хромосомная теория наследственности», «Молекулярные механизмы генетических процессов»
	Получение новых знаний	Ресурсы курса: мультимедийные презентации, «Книга» с активными гиперссылками на электронную версию Большой российской энциклопедии, видеоматериалы; элемент курса «Лекция» используются для изучения теоретических фактов и формирования понятийного аппарата по вопросам темы: понятие и классификация изменчивости, мутагенез, мутагены, мутации и наследственные болезни
	Закрепление знаний	Элемент курса «Лекция», состоящий из ряда обучающих страниц с вопросами (типы: «множественный выбор», «короткий ответ», «на соответствие») для проверки уровня первичного понимания изучаемого теоретического материала
	Формирование умений и навыков	Ресурс курса «Книга», который включает примеры решения генетических задач по темам «Мутационная изменчивость», «Анализ наследования признаков у человека по родословным» и рабочую тетрадь для отработки способов решения задач. Элемент курса «Чат» для организации обратной связи и обсуждения вариантов решения задач по теме
	Обобщение и систематизация полученных знаний	Элемент курса «Задание» ориентирован на систематизацию полученных знаний и формирование умений применять полученные знания на практике. Модули «Папка» и «Интерактивный контент» включают тематические статьи и ссылки на сайты для дополнительной проработки теоретического материала и подготовки докладов к семинарским занятиям
	Контроль усвоения материала	Элемент курса «Тест» используется для самооценки и подготовки к рейтинговой контрольной работе с целью контроля усвоения основных изучаемых вопросов

ИЭУМК по учебной дисциплине «Ботаника (раздел «Морфология растений»)»		
Тематический модуль «Морфология и классификация плодов»		
Элементы и ресурсы дистанционного курса		
Этапы работы с учебным материалом	Актуализация знаний студентов	Ресурсы курса: мультимедийные презентации, глоссарий применяются для повторения теоретического материала на основе сформированных знаний по темам «Морфологическая классификация плодов: сочные и сухие плоды», «Филогенетическая классификация плодов»
	Получение новых знаний	Ресурсы курса «Лекция» используются для изучения теоретических фактов и формирования понятийного аппарата по вопросам темы: понятие о плоде как результате двойного оплодотворения растений; типы классификации плодов; плоды как систематический признак растений; значение плодов в эволюционном процессе
	Закрепление знаний	Элемент курса «Лекция», состоящий из ряда обучающих страниц с вопросами (типы: «множественный выбор», «короткий ответ», «на соответствие») для проверки уровня первичного понимания изучаемого теоретического материала
	Формирование умений и навыков	Ресурс курса «Лекция» по теме лабораторного занятия «Морфология сочных плодов. Соплодия» и семинарского занятия «Морфология сухих плодов. Распадающиеся плоды» включает ход работы с использованием рабочей тетради и морфологического гербария, собранного в период полевой учебной практики по ботанике; обучающие видеоролики препарирования сочных плодов, определение вида плода и типа гинецея и плацентации на живых объектах; иллюстрации плодов, недоступных для гербаризации и фиксации. Каждому практическому заданию соответствует страница элемента «Лекция», которая завершается вопросами для проверки понимания изученного и пройденного на практике материала. Элемент курса «Чат» для организации обратной связи и обсуждения особенностей определения и классификации различных видов плодов
	Обобщение и систематизация полученных знаний	Элемент курса «Задание» на тему «Кофе: растение и напиток» ориентирован на систематизацию полученных знаний и формирование умений применять полученные знания на практике, а также позволяет студенту заработать бонусные баллы в рейтинговой системе к зачету, выполняется по желанию. Элемент «Книга» включает ссылки на тематические научные статьи (Марков А. «Запах плодов эволюционирует вместе с предпочтениями распространителей семян», Доуэльд А.Б. «О классификациях типов раскрытия плодов цветковых», Романов М.С. «Морфогенетические типы плодов архаичных цветковых растений» и др.), план составления анализа, обзора, реферирования статей для дополнительной проработки теоретического и практического материала
	Контроль усвоения материала	Элемент курса «Тест» на тему «Морфология плодов» используется для самооценки и подготовки к контрольной работе с целью контроля усвоения основных изучаемых вопросов

ИЭУМК по учебной дисциплине «Ботаника (раздел «Систематика растений»)»		
Тематический модуль «Отдел Хвощевидные (<i>Equisetopsida</i>)»		
Этапы работы с учебным материалом	Актуализация знаний студентов	Ресурсы курса: мультимедийные презентации, глоссарий применяются для повторения теоретического материала на основе сформированных знаний по темам «Отдел <i>Briophyta</i> », «Отдел <i>Lycopodiophyta</i> »
	Получение новых знаний	Ресурсы курса «Лекция» используются для изучения новой темы курса и формирования понятийного аппарата по следующим вопросам темы: общая характеристика, систематика и эволюция представителей отдела Хвощевидные, классов <i>Sphenophyllopsida</i> и <i>Equisetopsida</i> ; мультимедийная презентация, включающая иллюстрации для наглядного представления особенностей строения представителей класса <i>Equisetopsida</i>
	Закрепление знаний	Элемент курса «Лекция», состоящий из ряда обучающих страниц с вопросами (типы: «множественный выбор» или «на соответствие») для проверки уровня первичного понимания изучаемого теоретического материала
	Формирование умений и навыков	Ресурс курса «Книга» по теме лабораторного занятия «Класс <i>Equisetopsida</i> » включает ход работы и перечень заданий для изучения общей характеристики и систематики класса <i>Equisetopsida</i> , строения представителей класса на примере хвоща полевого <i>Equisetum arvensis</i> ; презентацию и иллюстрации к лабораторной работе. Элемент курса «Чат» для организации обратной связи и обсуждения особенностей определения представителей класса <i>Equisetopsida</i>
	Обобщение и систематизация полученных знаний	Элемент курса «Задание» ориентирован на систематизацию полученных знаний. Модуль «Папка» включает тематические статьи для дополнительной проработки теоретического материала, план составления анализа, обзора и реферирования статей для подготовки докладов к семинарским занятиям
	Контроль усвоения материала	Элемент курса «Тест» используется в режиме тренировки для самооценки и подготовки к комплексной рейтинговой контрольной работе «Отдел Моховидные, Плауновидные, Хвощевидные» с целью контроля усвоения основных изучаемых вопросов

Заключение. Следовательно, опыт разработки и использования курсов дистанционного обучения позволяет сформулировать основной вывод: важно применять ресурсы СДО «Moodle» комплексно таким образом, чтобы учебный курс содержал три основных составляющих элемента:

- 1) информационные элементы, которые выполняют обучающую функцию и включают теоретические материалы по каждой изучаемой теме;
- 2) контрольно-измерительные элементы, позволяющие оценить уровень усвоения содержания учебной дисциплины;
- 3) элементы коммуникации, способствующие осуществлению обратной связи в режиме «online».

К первому блоку информационно-обучающих элементов относятся, прежде всего, файлы, причем чаще других используются документы в форматах Power Point, Word и Pdf, но могут применяться видео- и аудиофайлы различных форматов. Кроме этого, необходимые теоретические материалы можно размещать в виде web-страницы, ресурсов «Книга» и «Лекция».

Ко второму блоку контрольно-измерительных элементов относятся интерактивный контент различного формата, «Задания», которые прикрепляются в виде заранее подготовленного файла с перечнем вопросов и описанием работы для самостоятельного выполнения, при этом студент может отправить ответ для проверки преподавателю посредством любого цифрового контента (файла); «Тест» –

элемент, позволяющий проводить промежуточные и итоговые проверки уровня освоения разделов учебной дисциплины с автоматическим подсчетом результатов и выставлением баллов.

Составляющие третьего блока – это элементы коммуникации, способствующие реализации обратной связи и совместному обсуждению заявленной темы. Прежде всего, «Форум», позволяющий участникам общаться в асинхронном режиме в течение длительного времени, задавать и обсуждать интересующие вопросы преподавателю и однокурсникам; «Чат», дающий возможность вести письменное общение в режиме реального времени; «Видеоконференция», помогающий создавать ссылки на виртуальные онлайн собрания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов, А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle: учеб. пособие / А.М. Анисимов. – Изд. 2-е. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 292 с.
2. Заводчикова, Н.И. Использование системы дистанционного обучения Moodle для организации самостоятельной работы студентов дневной формы обучения / Н.И. Заводчикова, У.В. Плясунова, М.А. Суворова // Вестник КГУ. Сер. Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2016. – № 4. – С. 170–174.
3. Никольская, В.А. Применение современных систем дистанционного обучения в образовательном процессе вузов для практической реализации новых требований стандартов последнего поколения ФГОС 3+ / В.А. Никольская, О.Я. Родкина // Научные ведомости. Сер. Гуманитарные науки. – 2016. – № 28(249). – Вып. 32. – С. 147–154.
4. Змеев, М.В. Дистанционное обучение в программной среде Moodle: от урока до курса (учеб. пособие для учителей и преподавателей) / М.В. Змеев, Р.Р. Камалов, А.И. Макурин. – Глазов: Универсум, 2018. – 118 с.
5. Педагогам о дистанционном обучении / Т.В. Лазыкина [и др.]. – СПб.: РЦОКОИИТ, 2009. – 98 с.

REFERENCES

1. Anisimov A.M. *Rabota v sisteme distantsionnogo obucheniya Moodle: ucheb. posobiye* [Work in the System of Moodle Distance Teaching: Manual], Kharkov: KhNAGKh, 2009, 292 p.
2. Zavodchikova N.I., Pliasonova U.V., Suvorova M.A. *Vestnik KGU. Ser. Pedagogika. Psikhologiya. Sotsiokinetika*. [Journal of KSU. Ser. Education. Psychology. Social Kinetics], 2016, 4, pp. 170–174.
3. Nikolskaya V.A., Rodkina O.Ya. *Nauchniye vedomosti. Ser. Gumanitarniye nauki* [Scientific Journal. Ser. Humanitarian Sciences], 2016, 28(249), 32, pp. 147–154.
4. Zmeyev M.V., Kamalov R.R., Makurin A.I. *Distantsionnoye obucheniye v programnoi srede Moodle: ot uroka do kursa (ucheb. posobiye dlia uchitelei i prepodavatelei)* [Distance Teaching in the Moodle Program Environment: from the Lesson to the Course (Teacher's Book)], Glazov: Universum, 2018, 118 p.
5. Lazykina T.V. *Pedagogam o distantsionnom obuchenii* [To Teachers about Distance Teaching], SPb.: RTsOKOIT, 2009, 98 p.

Поступила в редакцию 02.04.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: derevinskaya.a@mail.ru – Деревинская А.А.

НЕВЕРБАЛЬНАЯ КОММУНИКАЦИЯ КАК КОМПОНЕНТ МЕЖКУЛЬТУРНОГО ИНОЯЗЫЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л.И. Бобылева

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

Изучение невербальных средств общения с точки зрения несовпадения их значения в разных социумах позволяет избежать коммуникативных ошибок.

Целью публикации является анализ особенностей и приемов использования различных сфер невербальной коммуникации и разработка методических рекомендаций по формированию навыков и умений адекватного невербального поведения в межкультурной среде.

Материал и методы. *Источниками изучения послужили работы по лингвокультурологии и лингводидактике в рамках обсуждаемой проблемы, личный опыт автора в преподавании дисциплин «Современные технологии обучения иностранным языкам», «Английский язык» на факультете гуманитаристики и языковых коммуникаций Витебского государственного университета имени П.М. Машерова. В работе использовались системный и сравнительно-сопоставительный анализ научной литературы по теме исследования, методы обобщения, моделирования, интерпретации полученных результатов.*

Результаты и их обсуждение. *Классификация невербальных средств общения включает паралингвистику, кинесику, окулесику, гаптику, проксемику. Их изучение должно проходить параллельно с усвоением вербальной системы иностранного языка.*

Формирование навыков и умений межкультурной невербальной коммуникации предусматривает следующие этапы: а) восприятие информации, б) ее осознание и анализ, в) сопоставление с фактами родной культуры, г) активизация на практике.

Заключение. *Адекватная способность к иноязычному общению развивается только в деятельности на основе выполнения системы упражнений с учетом поэтапного формирования навыков и умений. В этой связи современный социокультурно ориентированный учебник иностранного языка должен включать такие компоненты, как 1) система текстов, раскрывающих особенности невербальной семиотики; 2) тренировочно-контролирующий блок (задания, упражнения, вопросы, таблицы и др.); 3) иллюстративный материал, используемый в качестве зрительной опоры для формирования навыков и умений невербального поведения и воспитания этической культуры.*

Ключевые слова: *невербальная коммуникация, коммуникативные ошибки, этапы работы, система упражнений, социокультурно ориентированный учебник.*

NON-VERBAL COMMUNICATION AS A CONSTITUENT ELEMENT OF INTER-CULTURAL FOREIGN LANGUAGE EDUCATION

L.I. Bobyleva

Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

The study of non-verbal communication means in the context of their meaning non-coincidence in different social communities allows to avoid communicative mistakes.

The aim of the article is to analyze the peculiarities and ways of non-verbal communication practice in various areas and to work up tutorial recommendations for adequate inter-cultural non-verbal behavior skills and habits development.

Material and methods. *The research is based on linguocultural and linguo-didactic literature analysis in the field of the problem discussed and the author's personal experience in lecturing "Modern Technologies of Foreign Language Teaching" and giving English classes at the Humanities and Language Communication Faculty of Vitebsk State P.M. Masherov University.*

Findings and their discussion. *The classification of non-verbal means of communication includes paralinguistics, kinesics, oculistics, haptics, proxemics. Their study must be parallel to foreign language verbal system assimilation.*

The stages of inter-cultural non-verbal communication skills and habits development are: a) information perception, b) comprehension and analysis, c) comparison with native social and cultural phenomena, d) practical activity.

Conclusion. *The adequate foreign language communication ability is developed through gradual practical activity based on the system of exercises. In this regard the modern socially and culturally oriented textbook must include 1) a system of texts describing non-verbal semiotics peculiarities, 2) a training testing unit (tasks, exercises, questions, tables, etc.), 3) illustrative material for visual presentation aiming at non-verbal behavior skills and habits development and ethical culture education.*

Key words: *non-verbal communication, communicative mistakes, stages of activity, system of exercises, socially and culturally oriented textbook.*

Залогом успешной коммуникации является адекватное сочетание как вербальных, так и невербальных средств общения, знание социолингвистических и социокультурных особенностей которых позволяет избежать коммуникативных ошибок. Вместе с тем невербальная семиотика, как правило, не является объектом целенаправленной активизации в учебной аудитории, что, на наш взгляд, снижает общий уровень подготовки специалиста.

Целью данной публикации является анализ особенностей и приемов использования различных сфер невербальной коммуникации в процессе межкультурного общения и разработка методических рекомендаций по формированию навыков и умений адекватного невербального поведения.

Материал и методы. Источниками изучения послужили работы по лингвокультурологии и лингводидактике в рамках обсуждаемой проблемы, личный опыт автора в преподавании дисциплин «Современные технологии обучения иностранным языкам», «Английский язык» на факультете гуманитаристики и языковых коммуникаций Витебского государственного университета имени П.М. Машерова. В работе использовались системный и сравнительно-сопоставительный анализ научной литературы по теме исследования, методы обобщения, моделирования, интерпретации полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. В последнее время во многих исследованиях в области психологии, психолингвистики, лингводидактики, лингвокультурологии и т.д. отмечается та важная роль, которую играют в речевом общении невербальные средства коммуникации. Несмотря на то, что для человека вербальная форма передачи информации является универсальной и наиболее изученной, звуковые коды, жесты, мимика, позы коммуникантов, их размещение в пространстве несут не менее значимую информационную нагрузку. Более того, т.к. невербальный канал плохо контролируется сознанием [1], скрытые чувства и намерения собеседника, его реальное отношение к проблемам обсуждения можно понять, если знать специфику невербальной семиотики.

Говоря о классификации невербальных средств общения [2], можно выделить паралингвистику (звуковые коды невербальной коммуникации, тембр, громкость, интонация), кинесика (жесты и движения тела), окулесика (визуальное поведение людей в процессе коммуникации, значение взгляда), гаптику (тактильная коммуникация), проксемику (расстояние между собеседниками, использование личного пространства).

Проанализируем особенности невербального поведения людей в контексте межкультурной коммуникации.

Паралингвистические элементы коммуникации включают не только просодические характеристики речи, но и молчание, которое у некоторых народов (например, у финнов, японцев) социокультурно ориентировано и может означать уважение и внимание к собеседнику.

Система жестов, часто призванная помочь говорящему восполнить дефицит слов или грамматических конструкций, может оказаться «ложным другом переводчика» и вызвать сбой от частичного непонимания до полного в процессе межкультурного общения.

Жесты, или кинемы, принято подразделять на эмблемы, иллюстраторы и регуляторы [2] с учетом национально-культурной и гендерной специфики. Эмблемы используются для передачи значения независимо от вербального контекста, например, в отечественном социуме поглаживание подбородка символизирует задумчивость, размышление, в то время как в Северной Италии, Франции, Бельгии движение ладонью по подбородку снизу вверх означает недоброжелательность, агрессивность. Рука с поднятым вверх большим пальцем во многих странах – знак положительной оценки, в Греции – просьба замолчать, в странах Ближнего Востока – грубая форма отказа. В США, если большой палец слишком резко поднять вверх, такой жест будет воспринят как оскорбление.

Жесты-иллюстраторы применяются как дополнение к вербальной коммуникации и ее уточнения. Их употребление требует знания этнокультурных особенностей жестовой семиотики во избежание

непонимания. Так, сцепленные над головой руки как знак дружбы в американской культуре воспринимаются как желание одержать верх над собеседником.

Регуляторы, принятые в родной социокультуре, также могут стать причиной коммуникативных сбоев. Если в европейских странах подзывающий жест указательным пальцем означает просьбу подойти поближе, то в ряде азиатских стран – это знак оскорбления, на Филиппинах – повод для тюремного заключения.

Жестовая знаковая система призвана выполнять такие функции регулирования вербального поведения, как 1) коммуникативная, предназначенная для передачи определенной части информации; 2) психолого-эмоциональная, иллюстрирующая психологическое состояние человека и/или его отношение к собеседнику; 3) дейктическая, уточняющая местоположение; 4) изобразительная (например, поясняющая величину какого-либо предмета); 5) риторическая, сопровождающая ораторскую технику. Лишь небольшое число жестов имеет универсальное значение. В ряде случаев одни и те же намерения передаются разными жестами в межкультурном социуме и имеют некоторые ограничения. Например, кивок головой, как правило, символизирует согласие или утверждение, однако в Греции, Болгарии, Индии данный жест имеет противоположное значение. Хорошо известный американский жест «о'кей» как знак полного порядка во Франции имеет значение «ноль», «ничего не получилось», в Японии символизирует деньги, а в Испании и Греции носит сексуально-уничижительный характер.

Окулесика в межличностной коммуникации также характеризуется отличающимися по своему значению моделями визуального поведения в различных этнокультурах. В ряде стран (например, в Юго-Восточной Азии) не принято пристально смотреть в глаза собеседнику, особенно если он старше по возрасту или имеет более высокий статус в обществе. Незнание этой специфики привело к недоразумению в общении студентов из данного региона с английскими преподавателями, которые подозревали первых в академической недобросовестности, списывании и т.д., если студенты отводили глаза в сторону. В самих англоязычных странах прямой зрительный контакт тоже не приветствуется, но в другом контексте: нельзя рассматривать незнакомых людей и вторгаться таким образом в их личное пространство. Во многих исследованиях отмечается, что кинема «широко открытые глаза» в европейской культуре означает удивление, в то время как в странах Юго-Восточной Азии выражает гнев.

Гаптика, изучающая вербализацию жестов касания в процессе коммуникации, позволяет регламентировать общение с учетом социокультурных особенностей собеседников. Степень допустимости тактильного контакта во время общения различается в культуре народов Северной Европы, Средиземноморья, Юго-Восточной Азии: азиаты менее тактильны, чем скандинавы, англичане и еще более раскрепощенные итальянцы.

Тактильность в общении также зависит от гендерной принадлежности собеседников. В мусульманских странах не принято касаться противоположного пола. Американцы могут интерпретировать безобидное прикосновение как сексуальное домогательство. В то же время в отечественной культуре такие контактные жесты, как объятие, поцелуй, поглаживание по плечу, призваны демонстрировать дружбу, привязанность, искреннее расположение.

Термин «проксемика» был введен американским антропологом Э. Холлом (1959), который исследовал использование личного пространства людьми и животными и обосновал понятие территориальности в поведении видов. Расстояние между коммуникантами обусловлено возрастом, полом, степенью знакомства. В этой связи различают интимную зону (15–45 см), личную (46 см – 1,2 м), деловую и светскую (1,2–3,6 м), общественную (свыше 3,6 м) [3, с. 114–123].

Проксемное коммуникативное поведение часто имеет специфические национальные особенности: англосаксы, немцы, шведы считают, что граница зоны, которую следует соблюдать при общении с иностранцами, является 1,2 м, в то время как жители Южной Америки рассматривают это расстояние как слишком большое для общения.

Таким образом, знание межкультурных различий и норм невербального поведения крайне важно для предупреждения у обучающихся ошибок в процессе формирования у них готовности к межкультурной коммуникации, что декларирует необходимость изучать параллельно с иностранным языком невербальную культуру того или иного народа.

Формирование навыков и умений межкультурной невербальной коммуникации предусматривает следующие этапы работы: а) восприятие информации, б) ее осознание и анализ особенностей

для успешной коммуникации, в) сопоставление с фактами родной культуры, г) активизация на практике. В этой связи можно выделить систему упражнений, включающую 1) упражнения на усвоение фоновых знаний, 2) упражнения на распознавание и анализ правил невербального поведения, 3) коммуникативную практику.

В упражнениях первой группы могут быть использованы мини-лекции, беседы, видеоматериалы, образцы художественной литературы и т.д. Обучающихся следует ознакомить с правилами невербального коммуникативного поведения, среди которых выделяют, например, правила места и расстояния, обусловленные возрастом, социальным статусом, полом собеседника, степенью знакомства с ним, темой и целью разговора; правила взаимного пространственного положения (лицом к лицу, боком, вполборота) во время общения; правила, декларирующие определенную коммуникативную значимость различных параметров пространства.

Особое значение имеет изучение ряда рекомендаций для адекватного невербального общения в межкультурной среде, например:

- увеличивайте до расстояния вытянутой руки пространство общения и не злоупотребляйте тактильными контактами, общаясь с представителями других культур, т.к. нарушение норм проксемики может быть неверно истолковано вашим иностранным собеседником – в ряде культур шутливое или дружеское прикосновение могут воспринять как агрессию;

- при потенциальной возможности нарушения чьего-то личного пространства, например, стоя в очереди, используйте опережающие извинения;

- не смотрите на партнеров по коммуникации пристально и долго, т.к. это может быть воспринято, например, в англоязычной среде, как недружелюбие и потенциальная угроза;

- не стесняйтесь задавать конкретные вопросы представителям иных культур о принятых нормах невербального поведения.

Активизация фоновых знаний реализуется посредством проведения мозговых атак, викторин, дискуссий, разработки кейсов и проектов.

Упражнения второго типа направлены на изучение ложных стереотипов, связанных с интерпретацией иноязычной этнокультуры. Иллюстративная наглядность может быть представлена такого рода видеоинформацией, как теледискуссия, интервью, отрывки из художественных и документальных фильмов и др., а также образцами художественной и научно-популярной литературы. Ведущими обучающими заданиями здесь являются анализ конкретных ситуаций, интерпретация намерений коммуникантов. Например:

- установите статус собеседников, уровень их взаимоотношений (друзья, начальник/подчиненный, знакомые/незнакомые и др.);

- конкретизируйте, в какой обстановке проходит общение (официальная/неофициальная, комфортная/некомфортная и др.);

- определите, представители какой культуры участвуют в общении и как проявляются особенности их национальной ментальности;

- объясните особенности паузации/темпа речи говорящего/ударения; установите функции, которые выполняют эти средства; поясните, какими другими способами можно было бы акцентировать ключевую информацию;

- раскройте, какие культурно обусловленные факторы проявляются в неречевом поведении персонажей;

- просмотрите видеоклип и опишите невербальное поведение одного из его персонажей;

- проанализируйте жестовый язык как элемент образа одного из героев рассказа на материале русского/английского языка; опишите, опираясь на данные в рассказе, особенности зрительного контакта при агрессивном невербальном поведении и др.

Данные упражнения предполагают овладение обучаемыми умениями соотносить различные культуры на основе заданий, требующих активизации таких мыслительных операций, как индукция, дедукция, аналогия, сравнение, обобщение и т.д. В процессе выполнения этих заданий обучающиеся лучше осознают не только специфику иноязычной невербальной этнокультуры, но и особенности невербальной семиотики своей страны.

Упражнения третьего типа преследуют цель активизировать полученные знания на практике, сформировать умения коммуникативно-поведенческого уровня невербальной коммуникации. Использование таких технических приемов работы с видеоресурсами, как стоп-кадр, крупный план, демонстрация эпизода без звукового сопровождения и др., призвано развить способности воздействия на собеседника с целью определенного коммуникативного намерения или предупредить недопонимание. Принцип работы над ситуациями основывается на положении о том, что недоразумения в процессе межкультурного общения возникают в результате ошибочной интерпретации коммуникантами различий в контактируемых культурах.

Эффективные приемы работы с видеоматериалами предусматривают 1) диалогизацию отдельных кадров или фильма в целом; 2) инсценирование видеоматериалов (инсценирование отличается от диалогизации большим числом участников, т.к. может проходить при одновременной работе нескольких групп); 3) составление характеристик действующих лиц; 4) сообщение; 5) ролевую игру.

В целом упражнения третьего типа включают задания на а) выбор модели, адекватной данной ситуации, ее имитацию и разыгрывание просмотренного видеозаписи; б) использование изученной модели в соответствии с нормами данной иноязычной культуры в новой ситуации: *Представьте, что вы оказались в аналогичной ситуации. Какие особенности невербальной коммуникации вы бы учли? В чем отличие вашей стратегии поведения в общении с иностранным партнером от того, как вы взаимодействуете в идентичной ситуации с представителями родной культуры? Разыграйте диалог с учетом этих особенностей.*

Заключение. Таким образом, изучаемый иностранный язык станет по-настоящему эффективным средством общения, если он будет сочетать присущую его носителю систему не только вербальных, но и невербальных средств коммуникации. Следует обратить внимание на включение в практику преподавания иностранных языков невербальной семиотики, которая обладает экстралингвистической ценностью для успешного межкультурного взаимодействия. Адекватную способность к иноязычному общению можно развить только в деятельности на основе выполнения системы упражнений с учетом поэтапного формирования навыков и умений.

В этой связи современный социокультурно ориентированный учебник иностранного языка должен включать такие компоненты, как 1) система текстов разного рода, раскрывающих особенности невербальной семиотики; 2) тренировочно-контролирующий блок (задания, упражнения, вопросы, таблицы и др.); 3) иллюстративный материал, используемый в качестве зрительной опоры для конкретизации понятий, активизации мыслительной деятельности обучающихся, формирования навыков и умений адекватного невербального поведения и воспитания этической культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экман, П. Узнай лжеца по выражению лица / П. Экман, У. Фризен. – СПб.: Питер, 2019. – 272 с.
2. Крейдлин, Г.Е. Невербальная семиотика: язык тела и естественный язык / Г.Е. Крейдлин. – М.: Новое литературное обозрение, 2002. – 581 с.
3. Hall, E. The Hidden Dimension / E. Hall. – New York: Anchor, 1990. – 240 p.

REFERENCES

1. Ekman P., Friesen W. *Uznai lzhetza po vyrazheniyu litza* [Unmasking the Face: a Guide to Recognizing Emotions from Facial Clues], SPb.: Piter, 2019, 272 p.
2. Kreidlin G.E. *Neverbalnaya semiotika: yazyk tela i yestestvennyi yazyk* [Non-Verbal Semiotics: Body Language and Natural Language], M.: Novoye Literaturnoye Obozreniye, 2002, 581 p.
3. Hall E. The Hidden Dimension, New York, Anchor, 1990, 240 p.

Поступила в редакцию 08.02.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: lianabobyleva@gmail.com – Бобылева Л.И.

УДК 159.922-056.34:[159.95:316.6]

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ ОБЩЕНИЯ У ДЕТЕЙ С АУТИСТИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ В УСЛОВИЯХ БЛИЖАЙШЕГО СОЦИАЛЬНОГО ОКРУЖЕНИЯ

Н.И. Бумаженко, М.В. Швед

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

В статье представлены результаты эмпирического исследования особенностей формирования коммуникативных навыков детей старшего дошкольного возраста с аутистическими расстройствами.

Цель работы – определение особенностей формирования навыков общения у детей старшего дошкольного возраста с аутистическими расстройствами.

Материал и методы. *Исследование проводилось с января 2019 года по январь 2020 года на базе областного ресурсного центра «Услышать. Понять. Помочь» по работе с детьми с расстройствами аутистического спектра (ГУО «Витебский областной центр коррекционно-развивающего обучения и реабилитации»). Общее количество привлеченных к исследованию испытуемых – 38 человек: 17 воспитанников областного ресурсного центра старшего дошкольного возраста; 17 родителей, воспитывающих детей старшего дошкольного возраста с аутистическими расстройствами; 4 педагога областного ресурсного центра «Услышать. Понять. Помочь». В соответствии с поставленной целью были использованы следующие диагностические методики: метод стандартизированного наблюдения (Е.О. Смирнова, В.М. Холмогорова), диагностический опросник «Особенности коммуникации вашего ребенка» и методика «Оценка коммуникативных навыков у детей с расстройствами аутистического спектра» (А.В. Хаустов).*

Результаты и их обсуждение. *Анализ полученных экспертных оценок показал, что в преобладающем большинстве случаев коммуникативные навыки сформированы на низком уровне (от 28% до 64% испытуемых); для 18% детей старшего дошкольного возраста с аутистическими расстройствами данные навыки сформированы на среднем уровне (от 34% до 50% случаев), у 18% воспитанников был отмечен уровень сформированности коммуникативных навыков выше среднего (от 75% до 83%). Наименее сформированными оказались следующие навыки коммуникативной деятельности: называние, комментирование и описывание предметов, людей, действий, событий; выражение эмоций и чувств; социальное поведение; диалоговые навыки привлечение внимания и умение формулировать вопросы.*

Заключение. *Проведенное эмпирическое исследование раскрыло темповые и качественные особенности развития навыков общения у детей с аутистическими расстройствами старшего дошкольного возраста: специфичность демонстрации эмоций и чувств, что влияет на качество коммуникативной деятельности; своеобразие коммуникативных навыков, включающих не только качество речевого развития, диалогические умения, но и соблюдение правил и норм социального взаимодействия. Следовательно, возникает объективная потребность в организации и проведении целенаправленной педагогической работы по развитию и коррекции коммуникативных умений, навыков и норм социального поведения, с учетом индивидуальных особенностей детей с аутистическими расстройствами, что является условием улучшения качества коммуникативной компетенции детей указанной категории.*

Ключевые слова: *дети с аутистическими расстройствами, старший дошкольный возраст, коммуникация, коммуникативная деятельность, навыки общения.*

FEATURES OF SHAPING CHILDREN'S WITH AUTISTIC DISORDERS COMMUNICATION SKILLS IN THE CONDITIONS OF THE CLOSEST SOCIAL ENVIRONMENT

N.I. Bumazhenko, M.V. Shved

Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

The article presents the results of an empirical study of the peculiarities of shaping communication skills of senior preschool age children with autistic disorders.

The purpose of the article is to determine the features of shaping communication skills of senior preschool children with autistic disorders.

Material and methods. The study was conducted from January 2019 to January 2020 on the basis of the regional resource center "Hear. Understand. Help" to work with children with autism spectrum disorders (SEI "Vitebsk Regional Center for Correctional and Developmental Education and Rehabilitation"). The total number of subjects involved in the study is 31 people: 17 senior preschool children of the regional resource center; 10 parents raising children of senior preschool age with autistic disorders; 4 teachers of the regional resource center "Hear. Understand. Help". In accordance with this goal, the following diagnostic methods were used: the method of standardized observation (E.O. Smirnova, V.M. Kholmogorova), the diagnostic questionnaire "Features of your child's communication" and the method "Assessment of communication skills of children with autism spectrum disorders" (A.V. Khaustov).

Findings and their discussion. The analysis of the obtained expert assessments showed that in the majority of cases, communication skills were formed at a low level (from 28% to 64% of the subjects); for 18% of older preschool children with autistic disorders, these skills were formed at an average level (from 34% to 50% of cases), 18% of the pupils had a level of shaping communication skills above average (from 75% to 83%). The following communication skills were the least developed: naming, commenting and describing objects, people, actions, events; expression of emotions and feelings – social behavior – dialog skills attracting attention and the ability to formulate questions.

Conclusion. The empirical study revealed the tempo and the qualitative features of the development of communication skills of preschool children with autistic disorders – specificity of showing emotions and feelings that affect the quality communicative activities; – the originality of communication skills, including not only the quality of speech development, dialogue skills, but also adherence to the rules and norms of social interaction. Consequently, there is an objective need to organize and conduct purposeful pedagogical work on the development and correction of communication skills and norms of social behavior, taking into account the individual characteristics of children with autistic disorders, which is a condition for improving the quality of the communicative competence of children of this category.

Key words: children with autistic disorders, senior preschool age, communication, communication activity, communication skills.

Одной из приоритетных задач развития системы образования является создание адаптивного образовательного пространства, что предполагает принятие ценностей разнообразия и уважения к различиям, поощрение сотрудничества и внимания к достижениям каждого ребенка, независимо от его психофизических особенностей или социального статуса. Расстройства аутистического спектра рассматриваются как группа состояний, для которых характерны нарушения социального поведения, коммуникативных навыков, снижение вербальных способностей, недостаточность интересов и деятельности. Такой вид нарушений требует индивидуальных специально организованных подходов к ребенку данной нозологической группы в процессе его обучения и социализации.

Особую значимость представляет собой старший дошкольный возраст, когда основной акцент делается на подготовке ребенка к школьному обучению и усвоению, соответственно, необходимого объема академических знаний, а также на его дальнейшей социализации через формирование навыков коммуникативного взаимодействия [1; 2].

Изучением особенностей речевого и эмоционального развития детей с аутистическими расстройствами занимались О.С. Никольская, С.В. Башаев, А.А. Подлубная, М.М. Либлинг, Т.И. Морозова, М.И. Внукова, О.А. Лодинова, А.В. Хаустов и др. Проектированию подходов к коррекционно-развивающей работе с лицами с ранним детским аутизмом посвящены научные публикации Е. Ньюсон, Дж. Джонса, Е. Мелдрум, Л. Винг, Дж. Голд, И.Д. Антонова, И. Ловааса, К. Китахара, А.С. Кауфман, Э. Шоплера, Р. Райхлера, Г. Мессибова, Ф. Афолтер, О.С. Никольской, М.М. Либлинг, И. Прекоп, И.В. Ковалец, Р. Волкмара, Л. Вайнер и др. [2–4].

Цель исследования – определение особенностей формирования навыков общения у детей старшего дошкольного возраста с аутистическими расстройствами (АР).

Материал и методы. Эксперимент включал стандартизированное наблюдение, диагностический опросник «Особенности коммуникации вашего ребенка», методику «Оценка коммуникативных навыков у детей с расстройствами аутистического спектра».

Метод стандартизированного наблюдения (Е.О. Смирнова, В.М. Холмогорова) использовался для выявления особенностей взаимодействия и коммуникации ребенка с АР в естественных условиях. Ключевыми критериями выступили:

- инициативность – как отражение желания привлечь внимание взрослого (сверстника), побудить к совместной деятельности;
- чувствительность к воздействиям – как готовность воспринимать действия, откликаться на взаимодействие со взрослым (сверстником);
- преобладающий эмоциональный фон – как окраска процесса коммуникации [5].

Диагностический опросник «Особенности коммуникации вашего ребенка» позволил получить информацию от родителей, воспитывающих детей с АР, о качестве сформированности навыков общения в условиях ближайшего социального окружения, в естественной для аутичного ребенка обстановке и включал следующие вопросы:

1. Как бы Вы охарактеризовали понимание Вашим ребенком обращенной речи?
2. С помощью каких средств Ваш ребенок осуществляет коммуникативную деятельность?
3. Как бы Вы описали контактность своего ребенка со взрослыми?
4. Как бы Вы охарактеризовали контактность своего ребенка с детьми?
5. Как бы Вы охарактеризовали состояние речи Вашего ребенка?
6. Как Ваш ребенок выражает свое эмоциональное состояние?
7. Какие проблемы в поведении Вашего ребенка вы отмечаете?
8. Как Ваш ребенок привлекает Ваше внимание?
9. Как Ваш ребенок просит о помощи?
10. Как Ваш ребенок отвечает на Ваши просьбы/указания?
11. Существуют ли ситуации, в которых Ваш ребенок более общителен?
12. В чем Вы видите причины трудностей в разговоре с ребенком?

К каждому вопросу предлагались варианты ответов с возможностью отобразить свой, отличный от предложенных вариантов, ответ.

Опрос педагогов осуществлялся с помощью методики «Оценка коммуникативных навыков у детей с расстройствами аутистического спектра» А.В. Хаустова [6]. Данный опросник был адаптирован: уточнены формулировки коммуникативных навыков, выделен столбец для подсчета суммы баллов по каждому разделу, а также сравнение их с максимальным значением. Сам опросник представлял собой таблицу из трех колонок: в первой перечислены коммуникативные навыки, включающие следующие коммуникативные действия: просьба; социальная ответная реакция; называние, комментирование и описывание объектов, действий, событий, людей; умение вызвать интерес у потенциального собеседника и задавать вопросы; выражения эмоций и чувств; социальное поведение; умение вести диалог. Во второй колонке педагогом выставлялась балльная оценка уровня сформированности навыка, в третьей – фиксировались комментарии экспериментатора.

Результаты и их обсуждение. Целенаправленное изучение проводилось с января 2019 года по январь 2020 года на базе областного ресурсного центра «Услышать. Понять. Помочь» по работе с детьми с расстройствами аутистического спектра (ГУО «Витебский областной центр коррекционно-развивающего обучения и реабилитации»). Общее количество привлеченных к исследованию испытуемых – 38 человек: 17 воспитанников областного ресурсного центра старшего дошкольного возраста; 17 родителей, воспитывающих детей старшего дошкольного возраста с АР; 4 педагога областного ресурсного центра «Услышать. Понять. Помочь».

Стандартизированное наблюдение велось на индивидуальных и групповых коррекционных занятиях, занятиях по музыкальной и изобразительной деятельности, в коммуникативных группах. Анализ полученных результатов показал, что у всех детей с АР отмечаются те или иные трудности осуществления коммуникативного взаимодействия со сверстниками и взрослыми по указанным критериям наблюдения (табл.).

В 63% случаев преобладающим эмоциональным фоном у детей старшего дошкольного возраста с АР был нейтральный. Выявленные показатели говорят о возможности развития у данных испытуемых положительного коммуникативного опыта. Попытки проявить инициативу в коммуникативном взаимодействии со сверстниками и/или педагогом в значимой ситуации продемонстрировал 41% наблюдаемых. Так, Святослав Б., вступая в контакт, мог кратко выразить просьбу словами, но в большинстве случаев использовал невербальные средства коммуникации, испытывал потребность в сопряженных действиях и неоднократном повторении коммуникативных операций со стороны педагога, наблюдался кратковременный зрительный контакт.

Следует отметить, что 41% детей дошкольного возраста с АР не проявлял настойчивости во взаимодействии, интереса, внимания к собеседнику в случаях межличностного социального взаимодействия. Так, Ренат Б. активно избегал контакта, отодвигал протянутую руку, не реагировал на имя, наблюдался только недолговременный контакт на расстоянии (положительно отреагировал на протянутую

игрушку). У данного ребенка с аутистическими расстройствами фиксировались эмоциональные негативные вскрики и вокализации при попытках привлечения его внимания к коммуникативной деятельности.

Таблица

Результаты стандартизированного наблюдения за особенностями взаимодействия и коммуникации детей старшего дошкольного возраста с аутистическими расстройствами (в %)

Критерии оценки параметров взаимодействия	Количественные показатели в %			
	0	1	2	3
Инициативность	41%	41%	18%	0%
Чувствительность к воздействиям	0%	23%	77%	0%
Преобладающий эмоциональный фон:				
– позитивный;	0%	0%	19%	6%
– нейтрально деловой;	0%	0%	63%	6%
– негативный	0%	0%	6%	0%

У 75% детей дошкольного возраста с АР были отмечены только эпизодические отклики и реакции на деятельность партнера, в том числе с использованием альтернативных средств коммуникации. Чаще всего данные особенности коммуникативного поведения определялись во время индивидуальных коррекционных занятий с учителями-дефектологами. При развертывании коммуникативного взаимодействия со сверстниками указанные диагностические критерии наблюдались только у нескольких участников экспериментального исследования: Ани Л. (6 лет), Славы М. (6 лет) и Вовы У. (7 лет).

Результаты исследования позволили сделать вывод о недостаточной сформированности навыков коммуникативного поведения у детей с АР в соответствии с возрастными нормативами старшего дошкольного возраста, а также о наличии качественного своеобразия их проявления в зависимости от содержания коммуникативных ситуаций.

Проанализированные ответы родителей выявили следующее: 58% определили степень понимания речи их детьми на уровне простых обиходных инструкций («встань», «дай», «возьми» и пр.), 18% респондентов отметили наличие понимания действий на картинках, в 12% случаев родители указали на присутствие у ребенка только реакции на собственное имя. И только 12% опрошенных охарактеризовали уровень развития понимания обращенной речи своих детей как «понимание и выполнение сложных речевых инструкций» (например, выполняет инструкции – «встань со стула и закрой дверь», «сначала вымой руки, а потом садись за стол»).

При определении средств коммуникации, которые используют дошкольники с аутистическими расстройствами, 41% респондентов назвал вокализацию, применение звукосочетаний и усеченных слов-ответов (например, «ди» – «иди», «д-д» – «дай», «а-а-а-а» – «иди ко мне»). 23% родителей как основное средство коммуникации назвали элементарные клишированные фразы. Например, по признанию мамы Ильи К. в качестве таких фраз, которые ее сын использует в различных коммуникативных ситуациях, выступают «Ничего не могу», «Все, конец света».

18% респондентов выделили невербальные средства коммуникации своих детей: взгляд, элементарные имитационные жесты, мимику. Так, мама Дарьи М. указала, что ее дочка может жестом и мимикой «сказать»: *пока, привет, не хочу, дай, невкусно, моё*. При необходимости получить желаемое она ведет взрослого к нужному объекту и протягивает руку. 12% родителей-участников опроса в графе «другое» выбрали различные варианты альтернативной коммуникации. Например, матери Ярослава К. и Артема Д. описали коммуникацию через социально значимые жесты и карточки PECS. Только у 6% опрошенных в качестве средства коммуникации преобладают слова, а вариант «развернутая фраза» не был выделен ни одним респондентом.

Характеризуя особенности контактности ребенка с АР при общении со взрослыми, респонденты в 41% случаев назвали возможность вступления в вербальный непродолжительный контакт

со значимым взрослым. 35% родителей подчеркнули избирательность вступления в контакт со взрослыми. Например, мама Платона К. пояснила, что ее ребенок может вступать в контакт с родителями и волонтерами на различных мероприятиях, но при этом с большим трудом взаимодействует с педагогами и сверстниками, несмотря на наличие опыта общения с ними. 18% участников опроса назвали свои варианты особенностей коммуникативного поведения их детей: матери Ярослава К. и Романа А. свидетельствовали о наличии возможности их детей вступать в краткий телесный и зрительный контакты со значимыми и/или знакомыми взрослыми. 6% респондентов определили наличие доступности их ребенка телесному контакту (касание рукой, поглаживание по спине, голове и пр.).

Следует подчеркнуть, что ни один из родителей не назвал наличие свободного вступления в контакт со взрослыми их ребенка с аутистическими расстройствами, установления нестойкого зрительного контакта со взрослым. Вместе с тем отсутствует избегание любого контакта как с незнакомыми, так и со знакомыми людьми, что демонстрирует наличие определенного потенциала по развитию навыков коммуникативного поведения у каждого ребенка с аутистическими расстройствами.

К особенностям контактности ребенка с АР при общении со сверстниками могут быть отнесены следующие типичные варианты коммуникативного взаимодействия: ребенок с аутистическими расстройствами играет рядом с детьми, не вступая при этом в непосредственный контакт (35%); проявляет инициативу и подходит к сверстникам, наблюдая за их деятельностью (29%); отсутствие коммуникативного и общего интереса к сверстникам (10%); коммуникативный негативизм, нежелание вступать в контакт даже при наличии инициативы со стороны других детей (12%). Только 6% респондентов смогли перечислить попытки установления вербального контакта со сверстниками по собственной инициативе (мама Вовы У. указывает, что ее сын пытается заговорить с другими детьми).

Оценка и характеристика родителями общего состояния речи детей показала, что в 35% случаев в речи присутствуют звукоподражание, слова усеченной структуры. Например, Лев С. может подражать некоторым животным и птицам, называет бабушку «бу», педагога «На Вла» (Наталья Владимировна). 29% опрошенных в графе «другое» написали, что их дети используют слова с нарушенной структурой, эхололические фразы. Например, Илья К. может повторить сложную по конструкции фразу, но в самостоятельной речи эти фразы не использует. 18% участников исследования отмечают наличие у детей отдельных звуков, вокализаций при дискомфорте и/или других значимых, эмоционально окрашенных для ребенка ситуациях. Например, мама Дарьи М. указывает, что дочь эмоционально зовет ее криком. 12% дошкольников с аутистическими расстройствами могут правильно назвать свое имя, изученные предметы обихода и регулярные действия. В 6% случаев речь состоит только из шаблонных фраз.

При определении ведущих способов выражения эмоций в различных ситуациях у детей старшего дошкольного возраста с АР 41% родителей указали на наличие вариативности тактики эмоционального реагирования. Так, мама Александра Л. признавалась, что сын выражает эмоции как с помощью мимики и жестов, так и с помощью голосовых реакций: улыбается и смеется при выражении радости; кричит, плачет при злости, боли, усталости и гневе. Эти проявления позволяют взрослому точно понимать демонстрируемую эмоцию. Ни один респондент не констатировал наличие фраз, демонстрирующих эмоциональное состояние в ситуации. 35% респондентов упомянули ограниченное количество проявления эмоций: громкий смех при радости и плач при раздражении, в том числе повышенную интенсивность проявления эмоций, часто не соответствующую ситуации. 12% родителей отметили, что состояние радости и злости можно определить при наличии улыбки или сердитой гримасы на лице ребенка. Однако «улыбка» может свидетельствовать как о хорошем настроении, так и о реакции на собеседника или ситуацию радости. 6% опрошенных назвали эмоции своего ребенка однообразными, не дифференцируемыми, трудно понимаемыми. Например, мама Ярослава С. описала эмоциональную монотонность своего сына. Еще 6% родителей выделили эмоциональную отрешенность. Так, мама Дарьи М. указала на эмоциональную холодность своей дочери, быстрое угасание начинающейся эмоции, даже в личностно значимой ситуации (например, девочка любит воздушные шары, но не проявляет эмоции радости при их дарении).

На вопрос о поведенческих проблемах у дошкольников с АР 18% респондентов ответили о наличии страхов и стереотипий, мешающих развитию коммуникативных навыков. 12% указали на вспышки гнева у ребенка, что затрудняет организацию общения, особенно со сверстниками. 6% респондентов упомянули агрессию по отношению к предметам и людям. Большинство же опрошенных (46%)

предложили свой вариант ответа, обозначив в нем следующие поведенческие особенности детей с АР: замкнутость, отрешенность, неконтактность, неадекватность эмоциональных реакций, в том числе при попытке окружающих проявить коммуникативную инициативу.

Привлечение внимания будущего собеседника является одним из важных этапов вступления в коммуникативное взаимодействие. Участниками экспериментального исследования были определены следующие способы привлечения внимания партнера по общению: 41% родителей выбрал собственный вариант ответа, указав, что ребенок использует разнообразные способы коммуникативного поведения в зависимости от конкретной ситуации (от вербального привлечения внимания до негативного крика); 35% респондентов сказали о наличии возможности выражения просьбы словами-обращениями («мама», «баба»); в 18% ребенок добивается внимания в коммуникативных ситуациях криком; 6% родителей заявили об использовании ребенком характерных движений, действий как доступного способа привлечения внимания (мама Ярослава К. написала: «он берет меня за руку и тянет к нужному предмету»). Следует подчеркнуть, что ни в одном из анализируемых случаев родители воспитанников ресурсного центра не назвали использования фраз и/или зрительного контакта как способа привлечения внимания к коммуникативной деятельности детей с АР.

Определяя варианты выражения просьб в значимых бытовых и социальных ситуациях, 34% родителей не смогли выбрать конкретный вариант ответа, указав, что их дети используют разные способы демонстрации просьбы о помощи. Выбор способа может зависеть как от объективных, так и субъективных факторов: текущего настроения ребенка, конкретного партнера по общению и его значимости, содержания просьбы и др. 24% респондентов назвали основным способом демонстрации потребности в помощи плач, крик и беспокойное поведение, что является характерным для детей более ранней возрастной группы. Только 18% родителей свидетельствовали об использовании кратких фраз-просьб («помоги»). В 6% случаев было отмечено наличие у детей с АР полноценной фразы, отражающей суть просьбы в конкретной коммуникативной ситуации. 6% участников экспериментального исследования написали о полном отсутствии просьб со стороны их ребенка.

Анализ вариантов реагирования на указание или просьбу, выраженную родителями, позволил сделать следующие выводы. Дети выполняют просьбы, касающиеся привычных, регулярных действий, в 53% случаев. 18% детей с АР положительно реагируют на стандартные просьбы, начинают адекватно выполнять данное им поручение, но достаточно быстро отвлекаются и не завершают начатое. Также 18% респондентов предложили свои варианты ответа, объяснив, что в зависимости от психического состояния и/или содержания предстоящей деятельности ребенок может начать выполнять поручение, но не довести его до конца; может не отреагировать на просьбу, так как не понимает ее сути. Мама Вячеслава М. поделилась: «Если я говорю сыну вытереть руки после еды, то он не реагирует на просьбу. Возникает чувство, что он не понимает требования. Но если я сама начинаю вытирать ему руки салфеткой, то сын помогает мне». 12% констатировали наличие недоразвития импресивной речи у детей, следствием чего является отсутствие адекватной реакции на сформулированную просьбу. Например, мама Матвея К. ответила: «Если я прошу о чем-то, то он очень внимательно на меня смотрит, но, к сожалению, не понимает, о чем именно я его попросила». В процессе анкетирования не было зафиксировано случаев полного отсутствия реакции у дошкольников с АР на требование родителей, однако ни один родитель-респондент не смог сказать, что его ребенок выполняет все просьбы, выраженные вербально.

Для определения наиболее благоприятных условий формирования компонентов коммуникативной деятельности детей старшего дошкольного возраста с АР их родителям было предложено рассказать, в каких социальных ситуациях ребенок проявляет наибольшую общительность и максимальный уровень проявления коммуникативных навыков. 47% респондентов отметили, что в наибольшей степени общительность их детей проявляется в кругу знакомых и близких. Мама Вовы У. указала, что сын наиболее коммуникабелен в семье, где использует элементы речи для контакта, хотя и создает впечатление очень застенчивого ребенка. Однако вне семьи крайне некоммуникабелен, активно избегает контакта, демонстрируя яркие эмоциональные реакции. 35% опрошенных ответили, что степень коммуникабельности их ребенка находится в прямой зависимости не столько от конкретной ситуации общения, сколько от личности собеседника, его притяжения ребенком (например, мама Никиты В. пишет: «со мной он общительный везде: и дома, и в поликлинике; а вот с бабушкой проблемы с общением

возникают даже дома, хотя мы живем вместе с ней»), от особенностей окружающей обстановки и текущего настроения ребенка в конкретный момент (пример ответа данного типа: «когда настроение хорошее, он может и с незнакомой медсестрой обняться, а если настроение плохое – может и на маму плюнуть»). Следует подчеркнуть, что часть родителей приводили примеры парадоксальности реагирования ребенка на коммуникацию с людьми в различных ситуациях. Мама Никиты Л. рассказала: «Иногда, когда я говорю громко, он может отказаться контактировать, но когда говорю тихо, такой же эффект – надо говорить громче». 18% анкетированных констатировали отсутствие ситуаций, при которых их ребенок с аутистическими расстройствами демонстрировал бы увеличение общительности. Не отмечалось в качестве такой коммуникационной ситуации взаимодействие со сверстниками в дошкольном учреждении, на игровой площадке, также отсутствовал вариант ответа «ребенок одинаково общителен в любой ситуации».

Родителям воспитанников ресурсного центра было предложено указать преобладающие трудности вербального общения детей. 46% анкетированных предложили варианты типичных затруднений: взаимонепонимание, отгороженность ребенка от социума, фрустрированность, застенчивость, незнание и неиспользование родителями вспомогательных средств общения, упорное настаивание только на вербальных способах коммуникации. 24% родителей рассматривали в качестве основной проблему понимания с их стороны речи и невербальных сигналов ребенка. 18% участников исследования подчеркивали, что ребенок находится как бы в своем мире и не желает вступать в коммуникацию в реальном мире. 6% опрошенных в качестве основной проблемы назвали низкий уровень развития импрессивной речи. Еще 6% респондентов назвали проблему развития познавательной сферы детей, в том числе недоразвитие внимания. Например, мама Льва С. видит основную трудность организации вербального общения в низкой концентрации произвольного и непроизвольного внимания и постоянной отвлекаемости ребенка от происходящего.

Таким образом, результаты исследования показали, что каждому ребенку с аутистическими расстройствами присуща способность к вербальным и/или невербальным способам коммуникации, которую необходимо развивать с учетом выявленных индивидуальных особенностей и возможностей. Коммуникативность – понятие более широкое, чем общение, так как включает в себя не только уровень и качество речевого развития, но и состояние различных видов памяти, внимания и эмоционально-волевой сферы. Как видно из результатов опроса, по всем этим ключевым составляющим у данной категории детей существуют значительные трудности, не свойственные их нормотипичным сверстникам.

Учителя-дефектологи как участники экспериментального исследования должны были определить уровень сформированности коммуникативных навыков у воспитанников ресурсного центра с помощью метода экспертных оценок.

Анализ полученных экспертных оценок показал, что в преобладающем большинстве случаев коммуникативные навыки сформированы на низком уровне (от 28% до 64% испытуемых); для 18% детей старшего дошкольного возраста с АР данные навыки сформированы на среднем уровне (от 34% до 50% случаев), у 18% воспитанников был зафиксирован уровень сформированности коммуникативных навыков выше среднего (от 75% до 83%). Наименее сформированными оказались следующие навыки коммуникативной деятельности: называние, комментирование и описывание предметов, людей, действий, событий; выражение эмоций и чувств; социальное поведение; диалоговые навыки привлечения внимания и умение формулировать вопросы.

Следует отметить, что в примечании к опросу педагоги указали такие нюансы проявления сформированных навыков просьбы и ответной реакции: нерегулярность проявления, необходимость инициирования коммуникативной ситуации, постоянная поддержка и контроль ситуации взаимодействия, избирательность применения коммуникативных навыков, что позволяет предположить наличие недостаточной сформированности конкретных коммуникативных навыков у детей с АР, индивидуальной избирательности при их использовании.

Заключение. Проведенное исследование раскрыло темповые и качественные особенности развития навыков общения у детей с АР старшего дошкольного возраста: специфичность демонстрации эмоций и чувств, что влияет на качество коммуникативной деятельности; своеобразие коммуникативных навыков, включающих не только качество речевого развития, диалогические умения, но и соблюдения

правил и норм социального взаимодействия. Возникает объективная потребность в организации и проведении целенаправленной педагогической работы по развитию и коррекции коммуникативных умений, навыков и норм социального поведения, с учетом индивидуальных особенностей детей с аутистическими расстройствами, что является условием улучшения качества коммуникативной компетенции детей указанной категории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гальянт, И.Г. Коррекция детского аутизма средствами арт-педагогики: монография / И.Г. Гальянт. – Челябинск: Южно-Уральский центр РАО, 2019. – 335 с.
2. Морозов, С.А. Некоторые проблемы инклюзии при расстройствах аутистического спектра / С.А. Морозов, С.С. Морозова, Т.И. Морозова // Аутизм и нарушения развития. – 2020. – № 1(66). – С. 51–62.
3. Внукова, М.И. Коррекционно-педагогическая помощь детям с синдромом раннего детского аутизма / М.И. Внукова // Инновационная наука. – 2017. – Т. 2. – № 4. – С. 27–30.
4. Chen, C.H. Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions / C.H. Chen, I.J. Lee, L.Y. Lin // Computers in Human Behavior. – 2016. – Vol. 55. – P. 477–485.
5. Смирнова, Е.О. Межличностные отношения дошкольников: диагностика, проблемы, коррекция / Е.О. Смирнова, В.М. Холмогорова. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 158 с.
6. Хаустов, А.В. Формирование навыков речевой коммуникации у детей с расстройствами аутистического спектра / А.В. Хаустов. – М.: ЦПМССДиП, 2010. – 87 с.

REFERENCES

1. Galyant I.G. *Korreksiya detskogo autizma sredstvami art-pedagogiki: monografiya* [Correction of Child Autism by Means of Art Pedagogy: Monograph], Chelyabinsk: South Ural Center of RAE, 2019, 335 p.
2. Morozov S.A., Morozova S.S., Morozova T.I. *Autizm i narusheniya razvitiya* [Autism and Developmental Disorders], 2020, 1(66), pp. 51–62.
3. Vnukova M.I. *Innovatsionnaya nauka* [Innovation Science], 2017, 2(4), pp. 27–30.
4. Chen, C.H. Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions / C.H. Chen, I.J. Lee, L.Y. Lin // Computers in Human Behavior. – 2016. – Vol. 55. – P. 477–485.
5. Smirnova E.O., Kholmogorova V.M. *Mezhlichnostniye otnosheniya doshkolnikov: diagnostika, problemy, korrektsiya* [Interpersonal Relations of Preschool Children: Diagnostics, Problems, Correction], Moscow: VLADOS, 2005, 158 p.
6. Khaustov A.V. *Formirovaniye navykov rechevoi kommunikatsii u detei s rastroistvami autisticheskogo spectra* [Shaping Speech Communication Skills of Children with Autism Spectrum Disorders], Moscow: CPMSSDiP, 2010, 87 p.

Поступила в редакцию 01.03.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: vit.conf@tut.by – Бумаженко Н.И.

УДК 796.012.1:34:374.7.09

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СЛУШАТЕЛЕЙ УЧРЕЖДЕНИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

И.В. Елсаков

*Учреждение образования «Институт повышения квалификации и переподготовки
Следственного комитета Республики Беларусь»
Учреждение образования «Белорусский государственный
университет физической культуры»*

В статье рассматриваются вопросы развития профессионально значимых физических качеств, проявляемых сотрудниками правоохранительных органов при выполнении оперативно-служебных задач. Раскрывается значение применения физических упражнений в профессионально-прикладной физической подготовке как важного средства для поддержания учебной и профессиональной работоспособности сотрудников правоохранительных органов Республики Беларусь.

Целью исследования является анализ развития основных физических способностей, необходимых сотрудникам правоохранительных ведомств при несении службы. Достижение поставленной цели предполагает решение основной задачи: обеспечение оптимального соотношения совершенствования профессионально значимых физических качеств с овладением специальными двигательными способностями, а именно боевыми приемами борьбы для осуществления задержания правонарушителей исходя из складывающейся оперативной обстановки.

Материал и методы. *Материалом послужили данные, содержащиеся в диссертационных исследованиях по вопросам профессионально-прикладной физической подготовки сотрудников правоохранительных органов, нормативные документы, учебно-программная документация, регламентирующая организацию и проведение занятий, учебники и пособия. При этом был определен следующий набор методов исследования: анализ данных научно-методической литературы для выявления и уточнения направленности влияния физических упражнений на организм слушателей с целью совершенствования содержания программ по профессионально-прикладной физической подготовке (далее – ППФП) в учреждениях образования «Институт повышения квалификации и переподготовки Следственного комитета Республики Беларусь» (далее – Институт СК) и «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов МВД Республики Беларусь» (далее – ЦПК), их систематизация и обобщение.*

Результаты и их обсуждение. *Были установлены профессионально важные физические качества, необходимые сотрудникам правоохранительных органов (общая, силовая, скоростная выносливость, координационные и скоростные способности). Выявлена потребность в разработке современной методике ППФП, рассчитанной на период обучения в Институте СК.*

Заключение. *Слушатели Института СК имеют высшее образование, но, как правило, не обладают опытом службы в военизированных формированиях, что определяет специфику учебного процесса переподготовки. Оптимизация ППФП слушателей может быть обеспечена путем разработки и апробирования методики развития профессионально значимых физических качеств в процессе обучения в ограниченный период времени, с применением современных средств обучения, индивидуального подхода, с учетом морфофункциональных особенностей организма, гендерной принадлежности, уровня физической подготовленности сотрудников.*

Ключевые слова: *физические качества; физическая подготовка; уровень физической подготовленности; общая, скоростная и силовая выносливость; координационные способности; сотрудники правоохранительных органов; учреждения образования; лимитированный период подготовки.*

ANALYSIS OF PHYSICAL QUALITIES DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY EDUCATION ESTABLISHMENT STUDENTS OF LAW-ENFORCEMENT AGENCIES

I.V. Yelsakou

*Education Establishment “The Institute of Advanced Training and Retraining
of the Investigation Committee of the Republic of Belarus”
Education Establishment “Belarusian State University of Physical Education”*

The article considers the issues of developing professionally significant physical qualities demonstrated by law-enforcement officers when fulfilling operational and service duties. The significance of using physical exercises in professional and applied physical training as an important means of maintaining academic and professional fitness to work of law-enforcement officers of the Republic of Belarus is revealed.

The goal of the study is to analyze the development of basic physical capabilities necessary for law-enforcement officers to conduct their service. Achieving this goal implies solving the following problems: ensuring the optimal balance between perfecting professionally significant physical qualities and acquiring specialized movement abilities i.e. martial arts to conduct apprehension of offenders judging from the unfolding operational situation.

Material and methods. *The material of the study was the data contained in dissertation research on the issues of professional-applied physical training of law enforcement officers, regulatory documents, training and program documentation governing the organization and conduct of classes, textbooks and manuals. The aim of the study was determined by the following set of research methods: analysis of scientific and methodological literature data to identify and clarify the direction of the impact of physical exercises on the body of students in order to improve the content of programs on professional-applied physical training in educational institutions "Institute for Training and Retraining of the Investigative Committee of the Republic of Belarus" and "Center for Professional Development of Leaders and Specialists of the Ministry of interior of the Republic of Belarus".*

Findings and their discussion. *Professionally important physical qualities necessary for law enforcement officers (general, power, speed endurance, coordination and speed abilities) were identified. The necessity of the development of modern methods of professional-applied physical training, designed for the period of training at the Institute of the Investigative Committee was revealed.*

Conclusion. *Trainees of the Institute of the Investigative Committee have higher education, but, as a rule, have no experience of service in paramilitary formations, which determines the specifics of the educational process of retraining. Optimization of professional-applied physical training of students can be provided by developing and testing the methodology of developing professionally important physical qualities in the process of training in a limited time, using modern training tools, individual approach, taking into account the morphofunctional features of the body, gender, physical fitness level of employees.*

Key words: *physical qualities, physical training, the level of physical fitness, general, speed and strength endurance, coordination capabilities, law-enforcement officers, education establishments, limited period of training.*

Целью физического воспитания в системе образования правоохранительных органов Республики Беларусь является подготовка высококвалифицированных сотрудников, владеющих определенным арсеналом компетенций, характерных для качественного выполнения служебных обязанностей (обеспечение правопорядка).

По убеждению С.В. Шукана, сотрудники правоохранительных органов для успешного решения служебных задач должны обладать следующими физическими способностями: силовая выносливость, скоростная сила, скоростная выносливость, специфические проявления координационных способностей (сохранение равновесия, точность двигательных действий) [1, с. 8].

В.А. Барташ считает, что на начальных этапах службы приоритетными являются быстрота реагирования, силовая и специальная выносливость, скорость одиночных двигательных действий и скоростная сила [2, с. 16].

По мнению А.Н. Воротника, специальными задачами физической подготовки для личного состава подразделений, осуществляющих силовое задержание правонарушителей, служат преимущественное развитие ловкости и быстроты, силы, общей и силовой выносливости [3, с. 52].

В настоящее время уделяется большое внимание качеству проведения занятий по физической подготовке сотрудников правоохранительных органов. В научных работах С.А. Гайдука [4], Г.И. Башлаковой [5], А.Г. Галимовой [6] представлены результаты исследований, направленных на совершенствование физической подготовленности курсантов учреждений высшего образования правоохранительной системы, что, в свою очередь, способствовало разработке ряда инновационных методик развития силы, выносливости, скоростно-силовых качеств, скоростных и координационных способностей сотрудников, при этом методики рассчитаны на четырехлетний период обучения. Вместе с тем наряду с учреждениями высшего образования в Республике Беларусь осуществляют свою деятельность учреждения дополнительного образования взрослых, которые реализовывают образовательные программы дополнительного образования взрослых, образовательные программы послевузовского образования. К таким учреждениям в правоохранительной системе относятся Институт СК, обучение слушателей в котором длится 12 недель, и ЦПК, где первоначальная подготовка длится 14 недель. Лимитированный период подготовки сотрудников Следственного комитета и органов внутренних дел, различия в предъявляемых требованиях к служебной деятельности предопределяют необходимость разработки и внедрения методики подготовки сотрудников с применением фитнес-технологий.

Цель исследования – определение профессионально важных физических качеств, необходимых сотрудникам правоохранительных ведомств при несении службы, по результатам теоретико-библиографического анализа.

Материал и методы. Материалом послужили данные, содержащиеся в диссертационных исследованиях по вопросам профессионально-прикладной физической подготовки сотрудников правоохранительных органов, нормативные документы, учебно-программная документация, регламентирующая организацию и проведение занятий, учебники и пособия для выявления и уточнения физических качеств, необходимых сотрудникам правоохранительных органов при осуществлении служебной деятельности по предназначению (общая, силовая, скоростная выносливость, координационные и скоростные способности). В ходе исследования использовался метод анализа: изучались нормативные документы, регламентирующие физическую подготовку в правоохранительных органах; рассматривались научные статьи, посвященные физической подготовке будущих правоохранителей; анализировались труды ряда отечественных ученых.

Результаты и их обсуждение. Были установлены профессионально важные физические качества, необходимые сотрудникам правоохранительных органов (общая, силовая, скоростная выносливость, координационные и скоростные способности). Выявлена потребность в разработке современной методики ППФП, рассчитанной на период обучения в Институте СК, которая предусматривала бы применение современных средств обучения, индивидуального подхода, с учетом морфофункциональных особенностей организма, гендерной принадлежности, уровня физической готовности слушателей к эффективной учебной деятельности.

В настоящее время уровень физической подготовленности у кандидатов на службу имеет определенные различия. Это подтверждено результатами исследования, проведенного в различные периоды времени в отношении курсантов ЦПК и слушателей Института СК. Наиболее подготовленной категорией обучающихся являются лица, прошедшие срочную службу в Вооруженных Силах Республики Беларусь, в сравнении с курсантами и слушателями, окончившими гражданские учреждения высшего образования [7, с. 91].

По определению Л.П. Матвеева, «физическая подготовка» – это воспитание физических способностей, необходимых в спортивной деятельности (силовых, скоростных, выносливости и т.д.). Физическая подготовка направлена на общее повышение функциональных возможностей организма и сопротивляемости к неблагоприятным воздействиям, укрепление здоровья. В физической подготовке органически сочетаются две ее стороны – общая и специальная физическая подготовка [8]. Общая физическая подготовка обеспечивает развитие двигательных качеств, которые служат основой для формирования специальной физической подготовленности сотрудников. В органах правопорядка специальная физическая подготовка направлена на совершенствование двигательных способностей, которые требуются сотрудникам правоохранительных органов для эффективного решения профессиональных задач. Профессиональная подготовленность правоохранителей к выполнению оперативно-служебной деятельности строится на комплексном подходе и поэтапном формировании необходимых компетенций.

Физические качества определяют потенциал организма человека по совершению двигательного процесса. Принято характеризовать пять видов физических качеств: силу, гибкость, быстроту, выносливость и ловкость. Двигательные качества понимаются как совокупность физических способностей, но с наличием решающей роли одного из компонентов – координационного, энергообеспечивающего, силового, скоростного и др. [9, с. 122]. Рассмотрим необходимые сотрудникам правоохранительных органов физические качества, совершенствованием которых следует заниматься в целях качественного и квалифицированного исполнения служебных обязанностей (патрулирование, самозащита, преследование, силовое воздействие на правонарушителя, оформление служебной документации в различных условиях).

Выносливость – способность человека противостоять наступающему утомлению, она включает в себя общую и специальную выносливость [10, с. 103]. Это одна из ведущих характеристик физической подготовленности, важных для эффективного выполнения профессиональных обязанностей сотрудниками правоохранительных органов. Указанные обязанности подразумевают не только преследование, противоборство и задержание преступников, а также реализацию функций по документированию и ведению процессуальной документации. В целях противостояния наступающему утомлению необходимо целенаправленно работать над повышением показателей общей и специальной выносливости, эффективно применять инновационные технологии для совершенствования данных способностей на учебных занятиях, поскольку выносливость – профессионально значимое физическое качество для следователя.

Комплексы специализированных упражнений (кроссфит) считаются альтернативным средством, развивающим выносливость наряду с общепринятыми: кроссовыми тренировками, плаванием, ходьбой. Кроссфит более доступен для занятий с учебными группами в спортивных залах, когда отсутствует возможность использования других спортивных локаций или при неблагоприятных погодных условиях. К работе над выносливостью, как правило, подходят комплексно, сочетая данные занятия с занятиями, направленными на совершенствование силовых, координационных и скоростных способностей.

Следующим – необходимым для задержания преступника – физическим качеством является сила, которая трактуется «как способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противостоять ему за счет мышечных усилий» [10, с. 76]. Ключевым показателем отличной физической подготовленности сотрудников считается уровень развития силовых способностей, сопряженных с их рациональной реализацией в паразэкстремальных ситуациях, соединенных с преодолением противодействия (силовым задержанием, преодолением препятствий во время преследования). За счет специальных упражнений, развивающих силу и силовую выносливость на занятиях, обеспечивается подготовленность к осуществлению специализированных задач, связанных с квалифицированным применением физической силы [11, с. 71]. Использование различной силовой работы с утяжелителями считается эффективным средством для выработки силовых способностей, в том числе при выполнении комплексов кроссфит. В целях снятия мышечного напряжения рекомендуется чередовать применение грузов с заданиями на расслабление. Силовые способности необходимо развивать до такого уровня, чтобы они способствовали достижению максимальной скорости движения, но вместе с тем не нарушали техническое исполнение типичных двигательных структур при использовании боевых приемов борьбы. По мере совершенствования уровня развития силовых способностей целесообразно сначала решать задачи, направленные на развитие показателей силовой выносливости, а затем задачи, ориентированные на развитие максимальной и взрывной силы. Занятия, нацеленные на развитие силовых способностей, могут быть вариативными и выполняться в разнообразных обстоятельствах, сопряженно со скоростной и координационной работой.

Сотрудник правоохранительных органов должен обладать высоким уровнем развития скоростно-силовых качеств, что позволит ускорить выполнение защитных и атакующих действий для безотлагательного, стремительного реагирования, принятия грамотных решений в ответ на нападение правонарушителя. Скоростные способности проявляются в скоростных характеристиках движений. В качестве базовой следует рассматривать следующую формулировку В.Н. Платонова: «Скоростные способности – это комплекс функциональных свойств, обеспечивающих выполнение двигательных действий в минимальное время» [12, с. 390]. Необходимо отметить, что скоростные способности трудно развиваемы, особенно в возрасте после 20 лет, когда все сенситивные периоды, актуальные для развития данного физического качества у сотрудников, уже пройдены. Быстрота зависит от подвижности нервных процессов, особенностей строения и сократительных свойств мышц, координации мышц со стороны центральной нервной системы.

Увеличение скорости в локомоторных циклических актах весьма ограничено. Уменьшить время, затрачиваемое на воспроизведение определенного действия, возможно в большей степени не только за счет работы над скоростными способностями, но и через совершенствование качеств, сопутствующих проявлению скоростных характеристик. Такими качествами являются сила и координационные способности.

Подводя промежуточный итог, важно подчеркнуть, что к процессу совершенствования скоростных способностей и быстроты следует подходить комплексно, учитывая необходимость сочетания нагрузки, направленной на повышение уровня скоростных качеств, с работой над силовыми и координационными способностями. Следует иметь в виду, что задания, направленные на развитие быстроты, выполняются с максимальной интенсивностью и их применение на фоне утомления приведет к замедлению скорости движений, поэтому они используются в начале основной части учебного занятия. Между подходами в серии организм должен максимально восстанавливаться, чтобы следующее упражнение выполнялось с такой же скоростью, как и предыдущее. Важными инструментами работы по улучшению скоростных показателей служат высокоинтенсивные задания, выполнение которых основано на скорости реакции, скорости и максимально возможном количестве повторений за короткий период времени.

В настоящее время прослеживается тенденция увеличения объема и интенсивности нагрузки, возложенной на сотрудников правоохранительных органов, что, соответственно, приводит к росту

количества сложно-координационных действий, применяемых в служебной деятельности. Это требует от сотрудника мгновенной реакции, оперативной памяти, умения концентрироваться и переключать внимание, ориентироваться в пространстве, находиться в высокой степени готовности. Поэтому следует особо выделить важность совершенствования координационных способностей. Последние, как утверждает В.Н. Платонов, «с высокой эффективностью быстро, точно и наиболее совершенно помогают решать двигательные задачи» [12, с. 360]. Уровень координационных способностей сотрудников правоохранительных органов следует оценивать не только с точки зрения быстроты выполнения движений, но и общей рациональности и правильности действий в целом. Быстрое выполнение движений достигается за счет систематического повторения, что позволяет минимизировать интервал между работой и отдыхом, увеличивая при этом скорость выполнения.

Выверенные действия по выведению противника из устойчивого положения, а также высокая степень управления собственным равновесием необходимы при проведении приемов задержания. В процессе физической подготовки сотрудников правоохранительных органов основная часть материала направлена на обучение применению приемов задержания и самозащиты. Умение ориентироваться в пространстве во время схватки в том числе зависит от уровня координации. С целью совершенствования координационных способностей в начале обучения следует применять общеподготовительные координационные задания, постепенно усложняя их до специально-подготовительного уровня, используя подводящие, развивающие и совершенствующие задания, нацеленные на овладение слушателями технико-тактическими действиями. Из этого следует, что в физической подготовленности правоохранителей координационные способности заслуживают особого внимания при развитии физических качеств и совершенствовании технико-тактических навыков.

На основании анализа научно-методической литературы в области теории и методики подготовки к профессиональной деятельности сотрудников правоохранительных органов, а также обобщения практического опыта работы установлено, что до настоящего времени большинство предлагаемых методик по профессионально-прикладной физической подготовке рассчитаны на этап четырехлетнего обучения и не позволяют в полном объеме решить поставленные задачи в лимитированный (14–12 недель) срок обучения. Кроме того, выявлены существенные различия в специфике служебной деятельности сотрудников Следственного комитета и Министерства внутренних дел. Так, работа следователя направлена на возбуждение и расследование уголовных дел, а сотрудники органов внутренних дел выполняют комплекс оперативно-розыскных мероприятий, проводят доследственные проверки и осуществляют непосредственное задержание злоумышленников. То есть сотрудники Следственного комитета сталкиваются с преступным элементом в основном после того, как правонарушителей задержат милиционеры.

Профессиональная деятельность требует от сотрудников высокого уровня общей и специальной физической подготовленности. Определенную сложность представляет тот факт, что обучение осуществляется в сжатые сроки, и это затрудняет повышение уровня физической подготовленности слушателей. Поэтому назрела необходимость разработки методики подготовки в соответствии с современными реалиями, с учетом принципов постепенного и планомерного увеличения нагрузки, состоящей из комплексов упражнений различной направленности. Следует подчеркнуть, что упражнения на развитие предельной или взрывной силы, быстроты и координационных способностей рекомендуется использовать в начале учебного занятия, когда слушатель чувствует себя отдохнувшим. К заданиям на развитие выносливости, создающим аэробную или анаэробную нагрузку на физиологические системы организма, возможно прибегать во второй половине занятия.

Заключение. Проведенный анализ приоритетных физических качеств, необходимых сотрудникам правоохранительных органов, позволяет сделать вывод о том, что при планировании учебных занятий по физической подготовке в учреждениях дополнительного образования целесообразно разработать методику подготовки, рассчитанную на короткий срок обучения. В методике должны быть учтены волнообразность, постепенность и планомерность динамики нагрузок, их вариативность и мощность, а также начальный, текущий и итоговый контроль уровня подготовленности обучаемых, что поможет получить более высокие результаты, не нанесет вред здоровью и будет залогом успешной учебной деятельности.

Для оптимизации образовательного процесса и эффективного освоения навыков и умений, необходимых при изучении боевых приемов борьбы, целесообразно распределить учебную нагрузку

таким образом, чтобы обучение сотрудников в лимитированный период времени начиналось с комплексного развития физических качеств. Эту работу следует проводить с учетом последовательности адаптационных изменений, акцентируя внимание на координационной подготовке и создании аэробного фундамента, и только потом приступать к использованию нагрузок анаэробной направленности. На последующих занятиях, направленных на освоение боевых приемов борьбы, необходимо выделять время в основной части занятия на выполнение специально разработанных комплексов, состоящих из упражнений, развивающих координационные, скоростные и силовые способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шукан, С.В. Повышение уровня физической подготовленности курсантов учреждений образования Министерства внутренних дел Республики Беларусь в процессе профессионально-прикладной физической подготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.В. Шукан. – Минск, 2012. – 182 л.
2. Барташ, В.А. Содержание и организация психофизического отбора кандидатов на службу в подразделения силовых структур специального назначения: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / В.А. Барташ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск, 2018. – 27 с.
3. Воротник, А.Н. Средства и методы воспитания приоритетных физических качеств у сотрудников специальных подразделений МВД России / А.Н. Воротник, Б.А. Клименко // Вестник Белгородского юридического института МВД России. – 2010. – № 2. – С. 52–54.
4. Гайдук, С.А. Формирование волевых и физических качеств курсантов Академии МВД Республики Беларусь средствами профессионально-прикладной физической подготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С. А. Гайдук. – Минск, 2005. – 183 л.
5. Башлакова, Г.И. Формирование навыков задержания нарушителей на водных участках государственной границы Республики Беларусь в профессионально-прикладной физической подготовке курсантов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Г.И. Башлакова. – Минск, 2018. – 165 л.
6. Галимова, А.Г. Повышение уровня физической подготовленности курсантов вузов МВД России средствами кроссфит: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / А.Г. Галимова. – Улан-Удэ, 2017. – 193 л.
7. Марищук, Л.В. Сравнительный анализ уровня физической подготовки выпускников учреждений высшего образования и лиц, прошедших срочную службу в Вооруженных Силах Республики Беларусь / Л.В. Марищук, И.В. Елсаков // Мир спорта. – 2022. – № 1. – С. 87–91.
8. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры (общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры): учебник для ин-тов физ. культуры / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 452 с.
9. Ашмарин, Б.А. Теория и методики физического воспитания: учебник для фак. физ. культуры пед. ин-тов / Б.А. Ашмарин, Ю.А. Виноградов, З.Н. Вяткина. – М.: Просвещение, 1990. – 287 с.
10. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студентов вузов / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.
11. Троян, Е.И. Структурирование программы обучения боевым приемам борьбы сотрудников ОВД в центрах профессиональной подготовки / Е.И. Троян // Психопедагогика в правоохранительных органах. – 2010. – № 1(40). – С. 71–73.
12. Платонов, В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В.Н. Платонов. – М.: Спорт, 2019. – 656 с.

REFERENCES

1. Shukan S.V. *Povysheniye urovnya fizicheskoi podgotovlennosti kursantov uchrezhdenii obrazovaniya Ministerstva vnutrennikh del Respubliki Belarus v protsesse professionalno-prikladnoi fizicheskoi podgotovki: dis. ... kand. ped. nauk* [Enhancing the Level of Physical Fitness of Cadets of Educational Establishments of the Ministry of the Interior of the Republic of Belarus in the Course of Professional and Applied Physical Training: PhD (Education) Dissertation], Minsk, 2012, 182 p.
2. Bartash V.A. *Soderzhanie i organizatsiya psikhofizicheskogo otbora kandidatov na sluzhbu v podrazdeleniya silovyykh struktur spetsialnogo naznacheniya: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [The Composition and the Organization of Psychological and Physiological Selection of Candidates for the Service at Special Units of Military and Security Agencies: PhD (Education) Dissertation Summary], Minsk, 2018, 27 p.
3. Vorotnik A.N., Klimenko B.A. *Vestnik Belgorodskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii* [Journal of Belgorod Law Institute of MIA of Russia], 2010, 2, pp. 52–54.
4. Gaiduk S.A. *Formirovaniye volevykh i fizicheskikh kachestv kursantov Akademii MVD Respubliki Belarus sredstvami professionalno-prikladnoi fizicheskoi podgotovki: dis. ... kand. ped. nauk* [Development of Volitional and Physical Qualities of Cadets of the Academy of the Interior Ministry of the Republic of Belarus by Means of Professional and Applied Physical Training: PhD (Education) Dissertation], Minsk, 2005, 183 p.
5. Bashlakova G.I. *Formirovaniye navykov zaderzhaniya narushitelei na vodnykh uchastkakh gosudarstvennoi granitsy Respubliki Belarus v professionalno-prikladnoi fizicheskoi podgotovke kursantov: dis. ... kand. ped. nauk* [Development of Skills of Apprehending Offenders at Waterways of the State Border of the Republic of Belarus in the Course of Professional and Applied Physical Training of Cadets: PhD (Education) Dissertation], Minsk, 2018, 165 p.
6. Galimova A.G. *Povysheniye urovnya fizicheskoi podgotovlennosti kursantov vuzov MVD Rossii sredstvami krossfit: dis. ... kand. ped. nauk* [Enhancing the Level of Physical Fitness of Cadets of Higher Educational Establishments of the Ministry of the Interior of the Russian Federation by Means of CrossFit: PhD (Education) Dissertation], Ulan-Ude, 2017, 193 p.
7. Marishchuk L.V., Yelsakou I.V. *Mir sporta* [World of Sports], 2022, 1, pp. 87–91.
8. Matveev L.P. *Teoriya i metodika fizicheskoi kultury: uchebnik dlia institutov fiz. kultury* [Theory and Methods of Physical Education], M.: Fizkultura i sport, 1991, 452 p.
9. Ashmarin B.A., Vinogradov Yu.A., Vyatkina Z.N. *Teoriya i metodiki fizicheskogo vospitaniya: uchebnik dlia fak. fiz. kultury ped. in-tov* [Theory and Techniques of Physical Training: Physical Training Faculty Textbook], Moscow, Prosveshchenie, 1990, 287 p.
10. Kholodov Zh.K., Kuznetsov V.S. *Teoriya i metodika fizicheskogo vospitaniya i sporta: ucheb. posobiye dlia studentov vuzov* [Theory and Methods of Physical Training and Sports: University Student Textbook], Moscow, Akademiya, 2003, 480 p.
11. Troyan E.I. *Psikhopedagogika v pravookhranitelnykh organakh* [Psychopedagogy in Law Enforcement Units], 2010, 1(40), pp. 71–73.
12. Platonov V.N. *Dvigatelniye kachestva i fizicheskaya podgotovka sportsmenov* [Movement Qualities and Physical Training of Sportsmen], Moscow, Sport, 2019, 656 p.

Поступила в редакцию 09.09.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: ivvasmin@mail.ru – Елсаков И.В.

УДК [37.015.324:159.922.7-053.2]:37.036

ФЕНОМЕН КУЛЬТУРЫ В АСПЕКТЕ ВОСПИТАНИЯ ЛИЧНОСТИ РЕБЕНКА ДОШКОЛЬНОГО И МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

О.В. Данич, А.В. Иванова

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

Изучение функциональных особенностей феномена культуры способствует эффективной реализации его педагогического потенциала в процессе воспитания детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Цель статьи – направленный на выявление педагогического потенциала анализ как самого феномена культуры, так и особенностей реализации ее функций.

Материал и методы. *Источниками послужили работы по философии, культурологии, дидактике в рамках обсуждаемой проблемы, личный опыт авторов в подготовке научно-методического обеспечения образовательного процесса в учреждениях дошкольного и общего среднего образования. Методы исследования: абстрактно-логический анализ, синтез, метод аналогии, типологии, обобщения, а также наблюдения за образовательным процессом.*

Результаты и их обсуждение. *Возросший интерес к самому феномену культуры и человеку в культуре требует особого внимания к решению фундаментальной задачи современного образования, а именно: воспитания личности ребенка, гармонично существующего в рамках и национальной, и наднациональной культуры.*

Одним из возможных продуктивных решений авторам видится построение и наполнение образовательного процесса в учреждениях дошкольного образования и учреждениях общего среднего образования (I ступень), ориентированного на учет особенностей реализации важнейших функций культуры.

Заключение. *Доказанная актуальность культурологического подхода к образованию в целом требует анализа и учета особенностей культуры как основы и средства воспитания личности ребенка дошкольного и младшего школьного возраста. Особое внимание следует уделять педагогическому потенциалу, заложенному в таких функциях культуры, как познавательная, креативная, регулятивная (нормативно-ценностная) и коммуникативная.*

Ключевые слова: *культура, функции культуры, воспитание, ребенок дошкольного возраста, ребенок младшего школьного возраста.*

THE PHENOMENON OF CULTURE IN THE ASPECT OF EDUCATION OF THE PERSONALITY OF A PRESCHOOL AND PRIMARY SCHOOL AGE CHILD

O.V. Danich, A.V. Ivanova

Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

The study of the functional features of the phenomenon of culture contributes to the effective implementation of its pedagogical potential in the process of educating children of preschool and primary school age.

The purpose of the publication is an analysis, aimed at identifying the pedagogical potential, of both the phenomenon of culture itself and the features of the implementation of its functions.

Material and methods. *The sources of the study were works on philosophy, cultural studies, didactics within the framework of the problem under discussion, the author's personal experience in the preparation of scientific and methodological support for the educational process in institutions of preschool and general secondary education. The research methods were abstract-logical analysis, synthesis, the analogy method, typology, generalization, as well as observation of the academic process.*

Findings and their discussion. *The increased interest in the very phenomenon of culture and the person in culture requires special attention to solving the fundamental problem of modern education, namely: educating the personality of a child who harmoniously exists within the framework of both national and supranational culture.*

We see the construction and content of the academic process in institutions of preschool education and institutions of general secondary education (stage I), focused on taking into account the features of the implementation of the most important functions of culture, as one of the possible productive solutions.

Conclusion. *The proven relevance of the cultural approach to education as a whole requires analysis and consideration of the characteristics of culture as the basis and means of educating the personality of a child of preschool and primary school age. Particular attention should be paid to the pedagogical potential inherent in such functions of culture as cognitive, creative, regulatory (normative-value) and communicative.*

Key words: *culture, functions of culture, upbringing, preschool child, primary school child.*

Образовательная парадигма предыдущего столетия в подавляющем большинстве развитых стран была обусловлена потребностями индустриального производства. В обобщенном виде практически любая национальная система образования характеризовалась обязательностью получения образования, достаточно долгим периодом обучения в школе (8–11–12 лет) и универсальным предметным содержанием. Участие всего населения в подобной образовательной модели привело к формированию человеческого капитала, качество которого закономерно перестало соответствовать изменившимся потребностям общества.

Одной из важнейших и, безусловно, насущных потребностей является реализация потенциала культурологической концепции образования в условиях трансформации в информационном обществе механизма трансляции социального опыта обучающимся с учетом формирующейся модели межпоколенческой коммуникации. Такая ориентация акцентирует внимание на основной функции образования – формировании, сохранении и передаче национального и мирового общественного опыта последующим поколениям. Актуальность культурологической направленности образовательного процесса обусловлена также заметным снижением уровня общей культуры общества, в том числе детей дошкольного и школьного возраста, и это определяет характер межличностной коммуникации, приводит к нарушению успешной деятельности адресата и адресанта, вызывает разного рода коммуникативные неудачи, нежелательный эмоциональный эффект, помогает выраженно негативному интеллектуальному расслоению всех слоев населения.

Таким образом, феномен культуры и человека в культуре вновь становится объектом пристального внимания исследователей различных областей человеческого знания, что характерно для периодов глобальных изменений в жизни общества, начиная от эпохи Античности и Просвещения и заканчивая современной эпохой. Изучение функциональных особенностей феномена культуры способствует эффективной реализации его педагогического потенциала в процессе воспитания детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Целью публикации является направленный на выявление педагогического потенциала анализ как самого феномена культуры, так и особенностей реализации ее функций.

Материал и методы. Источниками послужили работы по философии, культурологии, дидактике в рамках обсуждаемой проблемы, личный опыт авторов в подготовке научно-методического обеспечения образовательного процесса в учреждениях дошкольного и общего среднего образования. Методы исследования: абстрактно-логический анализ, синтез, метод аналогии, типологии, обобщения, а также наблюдения за образовательным процессом.

Результаты и их обсуждение. Культура считается чуть ли не сложнейшим понятием в истории науки. Как отмечает П.С. Гуревич, в современной научной литературе насчитывается около 400 определений культуры, и это число не является окончательным. Такая ситуация не вызывает удивления, ведь, как справедливо отмечает исследователь, культура настолько же многоаспектное и многогранное явление, как и сам человек. Человеческое бытие настолько глубинно и неизмеримо, что вместить его в единое определение культуры представляется невозможным [1, с. 32]. Феномен культуры является предметом научного интереса специалистов из разных областей знания: культурологии, философии, социологии, исторической науки, аксиологии, антропологии, лингвистики и др. Кроме того, исследователи обращают внимание именно на тот аспект определения культуры, который как можно лучше отвечает аспекту их исследования [1, с. 32]. Очевидным является то, что историческое развитие понятия «культура» происходило согласно собственной внутренней логике [2, с. 341].

Несмотря на чрезвычайно большое количество подходов к толкованию сущности культуры, мы считаем необходимым подчеркнуть, что культура пронизывает все сферы человеческого бытия. Человек не может существовать вне культурного пространства. Этот постулат позволяет нам понимать культуру как уникальный феномен жизни человечества, который репрезентирует собственно человеческий мир, имеющий и материальное, и духовное выражение. Точным и вместе с тем объемным по смыслу

нам представляется определение В.Н. Телии: «Культура – это мировоззрение и миропонимание, которое имеет семиотическую природу» [3, с. 222].

Нам также близка дефиниция, представленная в Философском энциклопедическом словаре: «Культура – это специфический способ организации и развития человеческой жизнедеятельности, представленный в продуктах материального и духовного труда, в системе социальных норм и учреждений, в духовных ценностях, в совокупном отношении людей к природе, к самим себе и к другим» [4, с. 292].

Для решения глобальной педагогической задачи, имеющей важнейшее социальное значение, а именно воспитания личности ребенка, гармонично существующего в рамках как национальной, так и наднациональной культуры, принципиальным является рассмотрение функций культуры.

Под функцией культуры принято понимать совокупность ролей, выполняемых культурой в отношении к обществу, поэтому все функции культуры социальные, т.е. обеспечивают коллективный характер жизнедеятельности людей. Анализ ряда работ ученых, в той или иной степени затрагивавших культурологическую проблематику (А.И. Арнольдова, В.С. Библера, А.Н. Быстровой, Е.В. Попова, А.А. Горелова, П.С. Гуревича, А.Н. Марковой, В.И. Добрынина, К. Леви-Стросса, А.Ф. Лосева, В.М. Розина и др.), позволяет выделить наиболее часто выделяемые функции культуры.

1. Функция социализации (или гуманистическая, человекотворческая), которую большинство исследователей считают основополагающей, поскольку именно она предельно ориентирована на личность и предполагает присвоение ею обязательного «культурного минимума». Данная функция обеспечивает формирование нравственного облика личности, т.е. культура рассматривается как способ социализации и развития человека (его способностей и умений, физических и духовных качеств). Таким образом, социализация связана с приобщением индивида к условиям общественной жизни, усвоением социальных ролей, норм, черт социального характера, принципов поведения, языка [5, с. 7]. Особое значение приобретает реализация данной функции для развития личности ребенка дошкольного возраста, поскольку именно формирование социальных компетенций, под которыми принято понимать, в первую очередь, адаптационные и коммуникативные навыки, позволит ребенку активно и адекватно данному типу культуры участвовать в жизни общества: проявлять толерантность в отношении национальной, гендерной, возрастной «инаковости», уважительно и бережно относиться к материальным и духовным проявлениям родной культуры и всему окружающему миру.

2. Преобразующая (или созидательная, креативная) функция активизирует в человеке фундаментальную потребность – осваивать и преобразовывать окружающую действительность. В этом случае культура побуждает человека к конструированию собственного мира, овладению умениями, навыками и технологиями для эффективного преобразования всего, что его окружает: создания орудий труда, развития науки и производства т.д. Реализация творческого потенциала, безусловно, создает условия для постоянного самосовершенствования. Целенаправленное внимание взрослых (педагогов, родителей) к развитию такого качества личности ребенка, как креативность, поможет в дальнейшем несравнимо более успешно реализоваться в обществе. Эти люди направлены на постоянный поиск новых, нестандартных знаний, навыков, приобретение нешаблонных компетенций, достижение уникальных результатов во всех областях деятельности.

3. Информационная (или функция трансляции социального опыта, информативная) базируется на тезисе «культура – социальная память человечества». В этом случае культура выступает уникальным, достаточно объективным и, по мнению многих философов, единственным способом передачи исторической памяти и социального опыта во времени и пространстве: от одной цивилизации к другой, от одной эпохи к другой.

Заметим, что в этом случае не только духовная, но и материальная культура служит средством связи, поскольку, по Э. Тайлору, любой материальный предмет (книги, произведения искусства, сооружения и др., т.е. все, что создано человеком) содержит культурную информацию об эпохе, обществе и человеке. Для сбора и обработки информации, а значит, для выполнения информационной функции культуры в обществе созданы специальные учреждения: библиотеки, архивы, образовательные учреждения.

Представление культуры как информационного процесса позволяет А.С. Кармину считать культуру сохраняемой и накапливаемой в обществе социальной информацией. Ученый утверждает, что культура – информационное обеспечение общества, где общество, в свою очередь, создает свое

информационное обеспечение, а именно – культуру [6, с. 17]. Присвоение ребенком социального опыта как национальной, так и мировой культуры позволит детям стать «своим» в окружающем мире, избегать культурного шока при встрече с неизвестным, учиться принимать, понимать и передавать общественно значимую информацию другим людям, стремиться внести свой вклад в развитие человеческого знания.

4. Коммуникативная функция культуры обеспечивает реализацию социальной сущности человека как вида, который для осуществления большинства видов деятельности нуждается в общении (коммуникации) с другими людьми. Коммуникативная функция культуры является условием и результатом общения человека в обществе [6, с. 17].

Культура наделяет человека различными средствами для установления «подлинно человеческого общения»: языками, знаками, знаковыми системами. В свою очередь, погружаясь в конкретную социокультурную среду и пользуясь распространенными в ней средствами коммуникации, люди создают, сохраняют и развивают культуру. Можно считать, что культура есть результат коммуникации в социуме. Развитие общества формирует потребность у его членов осваивать средства коммуникации, создавать новые и вовлекать в процесс общения новых участников.

Таким образом, коммуникативная функция культуры обеспечивает условия для взаимодействия и коммуникации членов социума, мотивирует их дальнейшую социализацию и развитие. Поскольку речевое развитие является фундаментом для успешной жизнедеятельности ребенка, особенно на ранних этапах его развития, формирование навыков коммуникации приобретает первостепенное значение. В данном случае можно утверждать, что вообще познание мира осуществляется через язык, через общение, и реализация тезиса В. Гумбольдта о том, что миропознание лингвоцентрично, требует целевой работы с детьми. Данное направление нашло свое нормативное отражение в Образовательных стандартах дошкольного образования и начального образования Республики Беларусь.

5. Интегративная (объединяющая) функция культуры позволяет осознавать себя как часть определенной социальной группы, этноса, государства и, в целом, всего человечества. Платформой для единства служат общий язык, единая аксиологическая и нормативная системы, т.е. все, что обладает способностью регулировать поведение членов общества. Важно, что интегративная функция направлена не на нивелирование различий в разных культурах, а на объединение людей на основе осознанной принадлежности к «своей» культуре. В полной мере подобный тезис справедлив для построения образовательного процесса в учреждениях дошкольного и общего среднего образования: присвоение ребенком системы ценностных ориентиров, принятых в данной социокультурной среде, становится базой для его дальнейшей эффективной и безболезненной социализации.

Заметим, что анализ интегративной функции культуры приводит к появлению различных, зачастую противоположных оценок влияния культурно-национальной интеграции на развитие человечества. Так, например, последняя треть XX века характеризуется господством многокультурного подхода (мультикультурализма), признающего существование и ценностное равенство, самодостаточность разных культур, не только национальных, но и таких, как «черная», «феминистская», «молодежная» и т.д. Уже в конце прошлого столетия человек попадает не в поле одной только культуры, а перед ним открывается возможность присвоения (скорее, частичного) многих культур. Таким образом, появляется теория нового концептуального поля, называемого «транскультурой».

Транскультурное поле построено на принципе интерференции, диффузии культурных знаков одной культуры в сферу других культур. Так, мультикультурализм подвигает личность к идентификации в рамках исконной, биологически обусловленной культуры, транскультура же предполагает рассеивание заданных культурных принадлежностей в процессе присвоения разных культур и ассимиляции в их полях. Как пишет М.Н. Эпштейн, «транскультура – это состояние виртуальной принадлежности одного индивида многим культурам» [7, с. 17]. Как видим, теория транскультурности противопоставлена по своей сути и мультикультурализму, и выраженной специализации разных культурных областей, поскольку разрывает строго очерченный круг их традиций, стереотипов, символов, аксиом.

Реализация интегративной функции культуры нередко приводит к проявлению ее антипода – дезинтегративной функции. Феномен объединения, сплочения людей в рамках одного сообщества (субкультуры), по какому-то признаку или принципу имеет обратную сторону: не сторонники взглядов и принципов становятся противниками и проявляется одна из базовых бинарных оппозиций –

своей/чужой, МЫ и ОНИ. Так целостное общество носителей одной культуры может распадаться вследствие культурных конфликтов.

6. Гносеологическая (познавательная) функция реализуется в процессе использования обществом накопленных культурологических знаний: опыта, навыков многих поколений, представлений о мире, т.е. всего того, что служит основой и инструментом познания и освоения окружающей действительности.

Бесспорно, что познание – необходимый элемент любой деятельности человека, поэтому движение общества вперед возможно только на основе познания, как теоретического, так и практического. Развитие человека происходит в познании, а развитие всего общества – в процессе развития его членов. Таким образом, уровень развития культуры может служить объективным показателем эффективности деятельности человека по преобразованию природы и самого себя. Для существования национальной системы образования познавательная функция культуры имеет базовое, принципиальное значение, поскольку позволяет направить деятельность ребенка на приобретение им жизненно необходимых навыков поиска, приобретения и практического применения разнообразной информации из самых различных источников. Результатом этой деятельности станет сама возможность развивать самому и развивать общество.

7. Регулятивная (или нормативная) функция основана на том, что обязательной частью культуры является выработанная на протяжении всей истории развития данного общества система норм и правил поведения, т.е. каждое общество характеризуется в той или иной степени уникальной нормативной картиной мира. Разделяемые членами общества правила и нормы регламентируют все сферы их жизнедеятельности, размещая поступки и поведение в целом в диапазоне нормативной шкалы от «запрещено» до «разрешено». Можно отметить многоуровневость проявления данной функции культуры: уровень морали, права, уровень обычаев, обрядов и традиций, а также повседневно-бытовой уровень, на котором находятся профессиональные нормы поведения, коммуникативные, бытовые (неофициальные), экологические и др. Пресловутые правила «хорошего тона» и «дурного тона» как раз формируются на повседневно-бытовом уровне. Как пишет Э.В. Соколов, регулятивная функция «...проявляется в том, что культура регулирует, координирует действия отдельных людей и человеческих групп; вырабатывает оптимальные пути решения конфликтных ситуаций; дает рекомендации при решении жизненных задач... Эта функция определяется правом, моралью, идеологией» [5, с. 7].

Полное или частичное непринятие социокультурных норм частью общества или отдельными индивидами может иметь двоякий характер: или деструктивный, общественно опасный характер (например, правонарушение), или служить катализатором событий, следствием которых становятся инновационные изменения в жизни всего общества (например, разного рода революции).

Работа над включением ребенка дошкольного и младшего школьного возраста в общепринятую нормативную систему поведения позволит ему избежать травмирующих ситуаций взаимодействия с обществом, а обществу получить субъекта, деятельность которого станет продуктивной для всех.

Данная функция культуры напрямую связана с аксиологической, или ценностной функцией, которая проявляется в способности культуры формировать систему и структуру ценностных ориентаций общества. Духовно-нравственные и эстетические идеалы выступают критериями формирования оценки конкретного действия, события, человека, группы людей и т.д. в диапазоне оценочной шкалы от «+» до «-». Оценка становится индикатором степени «культурности» человека или, наоборот, отсутствия этого традиционно положительного качества. Присвоенная ребенком система ценностей позволяет уверенно ориентироваться в мире бинарных оппозиций: добро и зло, прекрасное и безобразное, низменное и высокое и т.д.

8. Семиотическая (или знаковая, или сигнификативная) функция культуры опирается на позиционирование культуры как знаковой системы. Изучением знаковой природы культуры занимается семиотика (наука о знаках и знаковых системах), в рамках которой рассматриваются знаковые средства культуры и культурные феномены, интерпретируемые как тексты. Каждый знак культуры становится местом фиксации ценного для общества фрагмента информации, которые в целом составляют тексты. Конститутивным признаком текста в данном случае выступает не формат представления информации (это не обязательно собственно письменный или устный текст), а факт ее наличия. Сам язык, будучи знаковой системой (первичной моделирующей системой), с точки зрения семиотики культуры также

может рассматриваться и как вторичная моделирующая система (язык культуры), поскольку средства такой системы дают человеку возможность познать, объяснить и трансформировать окружающий мир.

Язык культуры (или культурный код) – это культурные тексты, естественные науки, искусство (музыка, живопись, театр, кино и др.), традиции, мифы, поверья, модели поведения, религиозные верования и др. Для овладения языком культуры человеку требуется специальная подготовка. Основной единицей языка культуры и средством выполнения знаковой функции культуры считается знак – материальный и нематериальный предмет, служащий заместителем другого предмета и представляющий информацию о его свойствах. Принято выделять шесть типов знаков: естественные, функциональные, иконические, конвенциальные, вербальные, системы записи. Знаки культуры предназначены для фиксации, переработки и передачи знаний о тех объектах окружающего мира, которые общество считает нужным хранить. Выбор знаков культуры обусловлен особенностями мировосприятия каждого общества или народа, т.е. знаковая система культуры носит национально обусловленный характер. Как пишет А.Л. Доброхотов, «...культура – это некий символический язык, знаковая система, кодирующая результаты творчества, благодаря чему возможно не только понимание своей культуры, но и относительное постижение, расшифровка чужой культуры и общение с ней» [8, с. 16].

Таким образом, благодаря возможности знака культуры аккумулировать важнейшую информацию как раз и возможен процесс передачи социального опыта от поколения к поколению и процесс взаимообогащения контактирующих культур. Целенаправленная работа над формированием у детей языковых и речевых компетенций как средства присвоения культуры станет основой для их дальнейшего всестороннего развития на протяжении всей жизнедеятельности.

9. Адаптивная функция позволяет человеку приспособиться к изначально неблагоприятным условиям окружающей как природной, так и социальной среды, поскольку вся история человечества связана с борьбой и защитой себя и своего рода. Приспосабливаясь к миру, а точнее, приспособлявая мир под себя, человек вынужден создавать искусственный культурный мир: для защиты от холода и зноя строить жилье, шить одежду, чтобы добыть пищу – изобрел орудия труда и оружие охоты, приручил диких животных и т.д.

Изменяя окружающую среду, человек меняется сам, так как развивается и совершенствуется его ум, появляются новые знания, умения и т.д. Безусловно, человек становится сильнее и все менее зависит от природы, поскольку существует в созданном им мире, соответствующем его потребностям. И здесь человека как биологический вид подстерегает новая угроза – его трансформации зачастую оказываются направленными против него самого: хозяйствование приводит к экологическим катастрофам, развитие производства – к созданию смертоносного оружия, медицины – к появлению искусственно созданных вирусов и т.д.

Двойственная природа функции адаптации проявляется в том, что для выживания и дальнейшего существования человек должен научиться соблюдать баланс между воздействием на окружающий мир и защитой его от собственных действий. Для этого человек может использовать специфические средства, не только материальные, но и нематериальные, созданные им самим для регулирования взаимодействия с окружающим миром: веру, нормы морали, традиции, обычаи, законы и др. Применение адаптивного потенциала культуры обеспечит формирование у детей дошкольного и младшего школьного возраста способности и готовности строить и корректировать свое поведение, отношение, состояние в зависимости от условий жизнедеятельности, что послужит продуктивному взаимодействию индивида и общества.

Единой классификации функций культуры в настоящее время не существует, поэтому другие исследователи выделяют такие функции культуры, как защитная, компенсаторная, игровая, релаксационная и др., которые также играют свою роль в организации целенаправленного воздействия на развитие ребенка. Заметим, что в современной культурологии существует некая корреляция между понятием функций культуры и механизмами культурной динамики, которая позволяет просто предмету стать артефактом (предметом культуры) и не потерять этих свойств. Так, А.Л. Доброхотов выделяет следующие универсальные механизмы:

– объективация, которая предполагает сепарацию любого творения (идеи, текста, поступка и др.) от его творца, и тогда его можно истолковать, повторить, преобразовать и т.д.;

- отчуждение, установление между творением и творцом дистанции, позволяющей оценить степень важности, значимости творения, той степени, которая поможет предмету стать артефактом;
 - интерпретация, которая сопровождает артефакт на всем пути его существования в культуре: начиная от его создателя (артефакт нужно представить миру, т.е. описать его) и заканчивая всеми другими субъектами культуры, в чье поле зрения он попадает. Разновидностью интерпретации является оценка артефакта, которая отличается высокой степенью лабильности. Эта лабильность вызывает постоянную борьбу культурных ценностей в поле культуры;
 - трансляция, вступающая в действие тогда, когда культурная ценность артефакта уже определена и механизм сохранности и передачи культурного субстрата обеспечивает общество. В современных обществах подобную функцию обычно выполняет система образования;
 - интеграция, которая, в отличие от предыдущих динамических механизмов, носит статичный характер. Следствием работы механизма культурной интеграции является возникновение целых культурно-исторических типов (Античности, Средневековья, Просвещения и т.д.) как результата длительного взаимодействия разрозненных артефактов, перерастающих в систему ценностей, идеалов, программ.
- В целом описанное представление о функционировании культуры позволяет понять ее логику и заложенную в ней цель [8, с. 17–19].

Следует отметить, что практически все ученые признают тот факт, что действие каждой функции связано с определенным элементом культуры. Так, например, такой элемент культуры, как система моральных норм, напрямую связан с регулятивной функцией, поскольку именно нормы регламентируют поведение членов общества, выставляя границы дозволенного/недозволенного. Кроме ориентации на реализацию регулятивной функции, этот элемент культуры также коррелирует с аксиологической функцией, поскольку сама система моральных норм является продуктом духовной деятельности народа, и система ценностей и антиценностей, свойственных определенной культуре, служит ориентиром в ситуации выбора носителем культуры действия или поступка. Такой компонент культуры, как искусство, реализуется одновременно посредством преобразующей (креативной) функции, поскольку любое произведение искусства, будь то лирическое стихотворение, торжественная симфония или дворцово-парковый комплекс, является результатом творческого преобразования, репрезентации действительности. Для представления результата творческого преобразования окружающего мира и получения эмоционально-ценностного (эмотивного) отклика творец обращается к средствам реализации коммуникативной функции (от наскальных рисунков до спутниковой связи и интернета). Образование, будучи предметом нашего пристального интереса, служит площадкой и одновременно средством реализации сразу нескольких функций культуры: преобразующей и адаптивной, поскольку приспособление к изменяющимся условиям жизнедеятельности предполагает преобразование действительности в соответствии с полученными знаниями и опытом; образование как важнейший компонент культуры также связано с реализацией познавательной функции, так как формирует инструментарий для познания, мышления, в первую очередь, и с функцией трансляции общественного опыта, поскольку обеспечивает возможность получения, хранения и передачи знаний, умений, опыта от одного поколения к другому. Как видим, функции культуры обеспечивают само существование всех ее элементов, переплетаясь и дополняя друг друга.

Заключение. Доказанная актуальность культурологического подхода к образованию в целом требует анализа и учета особенностей культуры как основы и средства воспитания личности ребенка дошкольного и младшего школьного возраста.

Особое внимание следует уделять педагогическому потенциалу, заложенному в таких функциях культуры, как познавательная, креативная, регулятивная (нормативно-ценностная), коммуникативная и адаптивная. Данное положение должно найти отражение в подготовке научно-методического обеспечения образовательного процесса в учреждениях образования различных типов (учебных пособиях, дидактических и диагностических материалах, методических рекомендациях для педагогов и др.). При проектировании образовательного процесса также эффективным представляется его культурологический и даже культуроцентристский вектор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич, П.С. Культурология: учебник / П.С. Гуревич. – М.: Гардарики, 2001. – 280 с.
2. Новая философская энциклопедия: в 4 т. / науч.-ред. совет: В.С. Стёпин (предс.) [и др.]. – М.: Мысль, 2010. – Т. 2: Е. – 636 с.
3. Телия, В.Н. Русская фразеология: семантический, прагматический и лингвокультурологический аспекты: монография / В.Н. Телия. – М.: Школа «Языки русской культуры», 1996. – 288 с.
4. Философский энциклопедический словарь / гл. ред.: Л.Ф. Ильичев, П.Н. Федосеев, С.М. Ковалев, В.Г. Панов. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 840 с.
5. Соколов, Э.В. Культурология. Очерки теории культуры / Э.В. Соколов. – М.: Интерпракс, 1994. – 269 с.
6. Кармин, А.С. Основы культурологии. Морфология культуры / А.С. Кармин. – СПб.: Лань, 1997. – 512 с.
7. Эпштейн, М.Н. Философия возможного / М.Н. Эпштейн. – СПб.: Алетейя, 2001. – 334 с.
8. Доброхотов, А.Л. Телеология культуры / А.Л. Доброхотов. – М.: Прогресс – Традиция, 2016. – 528 с.

REFERENCES

1. Gurevich, P.S. Culturology: Textbook / P.S. Gurevich. – M.: Gardariki, 2001. – 280 p.
2. New philosophical encyclopedia. In 4 vols. T. 2: E / Nauchno-ed. advice: V.S. Stepin (prev.) [i dr.]. – M.: Thought, 2010. – 636 p.
3. Telia, V.N. Russian phraseology: semantic, pragmatic and linguoculturological aspects: monograph / V.N. Telia. – Moscow: School "Languages of Russian Culture", 1996. – 288 p.
4. Philosophical Encyclopedic Dictionary / Ch. edition: L.F. Ilyichev, P.N. Fedoseev, S.M. Kovalev, V.G. Panov. – M.: Soviet Encyclopedia, 1983. – 840 p.
5. Sokolov, E.V. Culturology. Essays on the theory of culture / E.V. Sokolov. – M.: Interpraks, 1994. – 269 p.
6. Carmine, A.S. Fundamentals of cultural studies. Morphology of culture / A.S. Carmine. – St. Petersburg: Lan, 1997. – 512 p.
7. Epstein, M.N. Philosophy of the possible / M.N. Epstein. – St. Petersburg: Aleteyya, 2001. – 334 p.
8. Dobrokhотов, A.L. Teleology of culture / A.L. Dobrokhотов. – M.: Progress – Tradition, 2016. – 528 s.

Поступила в редакцию 21.10.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: odanich@mail.ru – Данич О.В.

ЗВЕСТКІ ПРА АЎТАРАЎ

АЛЕКСАНДРОВІЧ Таццяна Аліеўна – старшы выкладчык кафедры матэматыкі ВДУ імя П.М. Машэрава.

АРШАНСКІ Яўгеній Якаўлевіч – прарэктар па навуковай рабоце ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар педагагічных навук, прафесар.

БАБЫЛЁВА Ліяна Іванаўна – дацэнт кафедры сусветных моў ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

БАЛАЕВА-ЦІХАМІРАВА Вольга Міхайлаўна – загадчык кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

БАНЮКЕВІЧ Алена Віктараўна – старшы выкладчык кафедры сучасных тэхналогій праграмавання Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы, магістр фізіка-матэматычных навук.

БУМАЖЭНКА Наталля Іванаўна – загадчык кафедры карэкцыйнай работы ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

ВУВУНІКЯН Юрый Мікіртычавіч – прафесар кафедры фундаментальнай і прыкладной матэматыкі Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы, доктар фізіка-матэматычных навук, прафесар.

ДАНІЧ Аксана Уладзіміраўна – дацэнт кафедры дашкольнай і пачатковай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат філалагічных навук, дацэнт.

ДАНЧАНКА Алена Алегаўна – прафесар кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар медыцынскіх навук, прафесар.

ДЗЕРАВІНСКАЯ Анастасія Аляксандраўна – дацэнт кафедры агульнай біялогіі і батанікі БДПУ імя Максіма Танка, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

ДЗЕРАВІНСКІ Андрэй Васільевіч – дацэнт кафедры агульнай біялогіі і батанікі БДПУ імя Максіма Танка”, кандыдат сельскагаспадарчых навук, дацэнт.

ЕЛСАКОЎ Іван Васільевіч – намеснік начальніка кафедры тактыка-спецыяльнай падрыхтоўкі ўстановы адукацыі “Інстытут павышэння кваліфікацыі і перападрыхтоўкі Следчага камітэта Рэспублікі Беларусь”, аспірант установы адукацыі “Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт фізічнай культуры”.

ЖУДРЫК Кацярына Вячаславаўна – дацэнт кафедры агульнай біялогіі і батанікі БДПУ імя Максіма Танка, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

ІВАНОВА Ганна Васільеўна – старшы выкладчык кафедры дашкольнай і пачатковай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава”, магістр педагагічных навук.

КАЗЛОЎ Аляксандр Аляксандравіч – дацэнт кафедры матэматыкі і камп’ютарнай бяспекі Полацкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Еўфрасінні Полацкай, кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт.

КАЦНЭЛЬСОН Кацярына Іосіфаўна – выкладчык кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава.

КУНЦЭВІЧ Алена Аляксандраўна – дацэнт кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава.

ЛАТЫШАЎ Сяргей Эдуардавіч – старшы выкладчык кафедры заалогіі і батанікі ВДУ імя П.М. Машэрава.

НАЙМАН Вольга Аляксандраўна – малодшы навуковы супрацоўнік лабараторыі наземных беспазваночных жывёл ДНПА “НПЦ НАН Беларусі па біярэсурсах”.

СТАРАВОЙТАВА Ірына Анатолеўна – першы намеснік Міністра адукацыі Рэспублікі Беларусь, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

СЦЯПАНАВА Надзея Алексееўна – дацэнт кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

ТАЛКАЧОВА Таццяна Аляксандраўна – дэкан факультэта хіміка-біялагічных і геаграфічных навук ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

ЧЫРКІН Аляксандр Аляксандравіч – прафесар кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар біялагічных навук, прафесар.

ШВЕД Марыя Войцехаўна – старшы выкладчык кафедры карэкцыйнай работы ВДУ імя П.М. Машэрава.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ALEKSANDROVICH Tatsiana Aliyeuna – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Mathematics.

ARSHANSKI Yaugeni Yakaulevich – Vice Rector for Research of Vitebsk State P.M. Masherov University, Dr.Sc. (Education), Professor.

BABYLEVA Liana Ivanauna – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of World Languages, PhD (Education), Assistant Professor.

BALAYEVA-TSIKHAMIRAVA Volga Mikhailauna – Head of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Science Education, PhD (Biology), Assistant Professor.

BANIUKEVICH Alena Viktarauna – Senior Lecturer of Yanka Kupala State University of Grodno Department of Contemporary Programming Technologies, Master of Science (Physics and Mathematics).

BUMAZHENKA Natallia Ivanauna – Head of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Correction Work, PhD (Education), Assistant Professor.

CHYRKIN Aliaksandr Aliksandravich – Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Science Education, Dr.Sc. (Biology), Professor.

DANCHANKA Alena Alegauna – Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Science Education, Dr.Sc. (Medicine), Professor.

DANICH Aksana Uladzimirauna – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Preschool and Primary School Education, PhD (Philology), Assistant Professor.

DZERAVINSKAYA Anastasiya Aliksandrauna – Assistant Professor of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University Department of General Biology and Botany, PhD (Biology), Assistant Professor.

DZERAVINSKY Andrei Vasilyevich – Assistant Professor of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University Department of General Biology and Botany, PhD (Agrarian Sciences), Assistant Professor.

IVANOVA Ganna Vasilyeuna – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Preschool and Primary School Education, Master of science (Education).

KATSNELSON Katsiaryna Iosifauna – Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Science Education.

KAZLOU Aliaksandr Aliksandravich – Assistant Professor of Polatsk State University Department of Mathematics and Computer Security, PhD (Mathematics), Assistant Professor.

KUNTSEVICH Alena Aliksandrauna – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Science Education.

LATYSHAU Siargei Eduardavich – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Zoology and Botany.

NAIMAN Volga Aliaksandrauna – Junior Researcher of the Laboratory of Terrestrial Invertebrates of ScPC of the NASc of Belarus on Bioresources.

SHVED Mariya Votsekhauna – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Correction Work.

STARAVOITAVA Iryna Anatolyeuna – First Deputy Minister of Education of the Republic of Belarus, PhD (Education), Assistant Professor.

STSIAPANAVA Nadzeya Aliakseyeuna – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Science Education, PhD (Biology), Assistant Professor.

TALKACHOVA Tatsiana Aliaksandrauna – Dean of Vitebsk State P.M. Masherov University Faculty of Chemistry-Biology and Geography Sciences, PhD (Biology), Assistant Professor.

VOUVUNIKIAN Yury Mikirtychevich – Professor of Yanka Kupala State University of Grodno Department of Fundamental and Applied Mathematics, Dr.Sc. (Physics and Mathematics), Professor.

YELSAKOU Ivan Vasilyevich – Deputy Head of Department of Tactic and Special Training of Institute of Updating and Retraining of Investigation Committee of the Republic of Belarus, Belarusian State University of Physical Education postgraduate student.

ZHUDRYK Katsiaryna Viachaslavauna – Assistant Professor of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University Department of General Biology and Botany, PhD (Biology), Assistant Professor.

ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Вестнік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія праводзяцца ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВНУ рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці 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 чаргой публікуюцца навуковыя артыкулы аспірантаў апошняга года навучання (уключаючы артыкулы, якія падрыхтаваны імі ў суаўтарстве) пры ўмове іх поўнай адпаведнасці патрабаванням, што прад’яўляюцца да навуковых публікацый выдання.

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:

2.1. Рукапісы 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 дазволіць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўводзінах 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 падзаглаўкамі.

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 пішуцца 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 рукапісу, а таксама арганізацыя, якая прад’явіла рукапіс да дэпаніравання.

2.9. Артыкулы падаюцца ў рэдакцыю 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, табліцы, спіс літаратуры. Колькасць малюнкаў не павінна перавышаць трох. Малюнкi і схемы павінны падавацца асобнымі файламі ў фармаце jpg. Фатаграфіі ў друку не прымаюцца. Артыкулы павінны быць падрыхтаваны ў рэдактары Word для Windows. Простыя формулы і літарныя абазначэнні велічынь трэба ўстаўляць, выкарыстоўваючы Symbol (напрыклад, ∞ , A_1 , β^k , $^{\circ}C$). Складаныя формулы набіраюцца тым жа шрыфтам і памерам, што і асноўны тэкст, пры дапамозе рэдактара формул Equation.

2.10. У дадатак да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Адрас электроннай пошты ўніверсітэта (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, мэту, матэрыял і метады, вынікі і іх абмеркаванне, заключэнне;
- назва артыкула, прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцю), месца яго працы, рэферат, ключавыя словы і спіс літаратуры на англійскай мове;
- нумар тэлефона, адрас электроннай пошты аўтара;
- рэкамендацыя кафедры (навуковай лабараторыі) да друку;
- экспертнае заключэнне аб магчымасці апублікавання матэрыялаў у друку;
- кароткія звесткі пра аўтара на беларускай і англійскай мовах: прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцю); пасада; месца працы; навуковая ступень; навуковае званне; адрас для карэспандэнцыі (лепш электронны).

4. Артыкулы, якія дасылаюцца ў рэдакцыю часопіса, падлягаюць абавязковай праверцы на арыгінальнасць і карэктнасць запазычанняў сістэмай «Антыплагіят.ВНУ». Для арыгінальных навуковых артыкулаў ступень арыгінальнасці павінна быць не менш за 85%, для аглядаў – не менш за 75%.

5. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзію, затым візіруецца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датай паступлення лічыцца дзень атрымання рэдакцыяй канчатковага варыянта артыкула.

6. Накіраванне ў рэдакцыю раней апублікаваных або прынятых да друку ў іншых выданнях работ не дапускаецца.

7. Адказнасць за прыведзеныя ў матэрыялах факты, змест і дакладнасць інфармацыі нясуць аўтары.

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. ∞ , A_1 , β^k , $^{\circ}C$). Complicated formulas are typed by the same point and size as the basic text with the help of formula's editor Equation.

2.10. 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 university e-mail address is 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 telephone number, e-mail address;
- recommendation of the department (scientific laboratory) to publish the article;
- expert conclusion on the feasibility of the publication;
- brief information about the author in Belarusian and Russian: the author's surname, name, patronymic; position, employment place; degree, title; post address (e-mail preferably).

4. All articles submitted to the editorial office of the journal are subject to mandatory verification of originality and correctness of borrowings by the Antiplagiat.VUZ system. For original scientific articles the degree of originality should be at least 85%, for reviews – at least 75%.

5. 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.

6. Earlier published articles as well as articles accepted for publication in other editions are not admitted.

7. The authors carry responsibility for the facts provided in the articles, the content and the accuracy of the information.

Выдавец і паліграфічнае выкананне – устано́ва 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.

Надрукавана на рызографе ўстано́вы 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.
