



ISSN 2074-8566

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА
ЎНІВЕРСІТЭТА

2025 № 2(127)

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць чатыры разы на год

2025
№ 2(127)

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”*),
Д.А. Венсковіч, А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, А.М. Залеская, Д.Д. Жарнасекаў,
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

РЭДАКЦЫЙНЫ САВЕТ:

Т.А. Бараўскіх (*Расія*), **Ю.Ю. Гаўронская** (*Расія*),
Го Вэньбінь (*Кітай*), **В.І. Казарэнкаў** (*Расія*), **Ю.С. Харын** (*Беларусь*)

*Часопіс “Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта” ўключаны ў Пералік
навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў
дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагогічных,
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 12.05.2025. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 11,39. Ул.-выд. арк. 8,91. Тыраж 167 экз. Заказ 62.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2025

З М Е С Т

МАТЭМАТЫКА

Вислобоков Н.Ю. Численное исследование процесса распространения оптических вихревых пучков фемтосекундного излучения в прозрачных диэлектриках	5
Шлапаков С.А. Об одной линейной дифференциальной задаче	12

БІЯЛОГІЯ

Жерносеков Д.Д., Павлова Е.Е., Спышнов О.Н., Суворова П.А., Вашневская А.В., Минакова Е.С. Использование бэтч-метода для концентрирования молокосвертывающего фермента из культуральной жидкости промышленного штамма <i>Pleurotus ostreatus x floridanus</i>	18
Феськова Е.В., Палишкина Д.А., Игнатовец О.С., Леонтьев В.Н., Тычина И.Н., Гиль Т.В. Компонентный состав и антимикробная активность экстрактов растений рода <i>Satureja</i>	23
Морозова И.М., Высоцкий Ю.И. Инвазия топинамбура в западных районах Витебской области	30

ПЕДАГОГІКА

Бобрик М.Ю., Ракова Н.А., Любченко О.А. Содержательно-процессуальные аспекты подготовки иностранных граждан (опыт ВГУ имени П.М. Машерова)	35
Ильин Е.А., Снопкова Е.И. Состояние проблемы исследования гражданской идентичности личности студента как междисциплинарного концепта	42
Джух Е.Н. Непрерывное образование как условие конкурентоспособности выпускников: опыт КНР.....	48
Устименко В.В., Караулова Т.Б., Александрович Т.А. Функции при изучении алгебры в VII–XI классах.....	53
Кунцевич З.С., Деменкова Н.В., Конюшко Т.А., Королькова Н.К. Интегративно-контекстный подход как методологическая основа химической подготовки студентов медицинского университета	65
Старченко В.Н. Тест для определения уровня мотивированности к занятиям легкой атлетикой на этапе предварительного отбора	71
Малах О.Н., Иванова Д.В. К вопросу о развитии периферического зрения у студентов-волейболистов на основе комплекса специальных упражнений и тренировочных устройств	78
Кальниш Я.О., Халанский Ю.Н., Хлопцева М.В. Влияние двигательной активности на физическую подготовленность детей дошкольного возраста	85
ЗВЕСТКИ ПРА АЎТАРАЎ	94

CONTENTS

M A T H E M A T I C S

Vislobokov N.Yu. Numerical Study of the Process of Optic Vortex Beams of Femtosecond Radiation Spread in Transparent Dielectrics	5
Shlapakov S.A. About One Linear Differential Problem	12

B I O L O G Y

Zhernossekov D.D., Pavlova E.E., Spyshnov A.N., Suvorova P.A., Vashnevskaya A.V., Minakova E.S. Application of Batch Method for Concentration of Milk-Clotting Enzyme from Culture Liquid of Industrial Strain <i>Pleurotus Ostreatus X Floridanus</i>	18
Feskova E.V., Palishkina D.A., Ignatovets O.S., Leontiev V.N., Tychina I.N., Gil T.V. Component Composition and Antimicrobial Activity of Genus <i>Satureja</i> Plant Extracts	23
Morozova I.M., Vysotsky Yu.I. Jerusalem Artichoke Invasion in Western Areas of Vitebsk Region	30

P E D A G O G Y

Bobrik M.Yu., Rakova N.A., Liubchenko O.A. Content-Procedural Aspects of Training Foreign Citizens (Experience of Vitebsk State P.M. Masherov University)	35
Ilyin E.A., Snopkova E.I. Current State of the Research on Student Prsonality Civic Identity as an Interdisciplinary Concept	42
Jukh E.N. Continuing Education as a Condition For Graduates' Competitiveness: the Experience of China	48
Ustimenko V.V., Karaulova T.B., Aleksandrovich T.A. Functions in Studying 7 th –9 th Year Algebra	53
Kuntsevich Z.S., Demenkova N.V., Koniushko T.A., Korolkova N.K. The Integration and Context Approach as a Methodological Basis of Medical Student Chemistry Training ...	65
Starchenko V.N. The Level of Athletic Doing Motivation Detection Test at the Pre-Selection Stage	71
Malakh O.N., Ivanova D.V. On the Issue of the Development of Student Volleyball Players Peripheral Sight Based on a Complex of Special Exercises and Training Devices	78
Kalnish Ya.O., Khalansky Yu.N., Khloptseva M.V. The Influence of Physical Activity on the Physical Fitness of Preschool Children	85
INFORMATION ABOUT THE AUTHORS	94



МАТЭМАТЫКА

УДК 533.9-1 12+53.083.72

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ВИХРЕВЫХ ПУЧКОВ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПРОЗРАЧНЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ

Н.Ю. Вислобоков

Витебский филиал Международного университета «МИТСО»

Одними из наиболее актуальных и приоритетных научных направлений сегодня являются численное исследование и компьютерное моделирование в области сложных функциональных систем, лазерных технологий и фотоники. Обусловлено это в первую очередь достаточно широким спектром возможных применений результатов таких исследований – от спектроскопии до систем передачи энергии высокой плотности и создания устройств нано- и оптоэлектроники.

Цель работы – построить математическую и численную модели, позволяющие осуществлять изучение процесса распространения фемтосекундных вихревых импульсных пучков в широко используемых в фотонике диэлектриках в условиях как нормальной, так и аномальной дисперсии.

Материал и методы. Численную модель, корректно описывающую указанные процессы и явления в их взаимосвязи с учетом используемых начальных условий и граничных параметров, будем строить на основе волнового уравнения, модифицированных уравнений Шрёдингера и нелинейного эйконала, учитывающих дисперсию, дифракцию, нелинейность среды и влияние электронной плазмы, сгенерированной полем электромагнитной волны. В качестве среды распространения оптических вихревых пучков будем рассматривать примеры широко распространенных диэлектриков.

Результаты и их обсуждение. Автором приводятся результаты процесса построения математической, а затем на ее основе и численной модели для исследования процесса распространения вихревых импульсных пучков в широко применяемых в фотонике диэлектриках с учетом дифракции, дисперсии и всех видов индуцируемых фотоионизационных эффектов.

Заключение. Таким образом, в данной работе построена математическая, а затем на ее основе и численная модель процесса распространения фемтосекундных вихревых импульсных пучков в диэлектриках, применяемых в фотонике в условиях нормальной и аномальной дисперсии. Модель учитывает, что такие оптические пучки в процессе распространения подвергаются одновременному воздействию дисперсии, дифракции и фотоионизационных эффектов, а модульная структура модели помогает анализировать влияние и роль каждого из этих эффектов в отдельности. К тому же, кроме эволюции огибающей напряженности (на основе которой можно наблюдать и динамику изменения интенсивности) электромагнитного поля вихревого импульсного пучка, представленная модель позволяет отслеживать динамику изменения частотного спектра исследуемого оптического излучения. Посредством данной модели возможно в дальнейшем численное изучение для оптических фемтосекундных вихрей процессов филаментации, формирования устойчивых локализованных формаций электромагнитной энергии, называемых световыми пулями, и закономерностей модификации их частотного спектра.

Ключевые слова: численное исследование, математическое моделирование, оптический импульс, фемтосекундный импульс, оптические вихревые пучки, индуцированная ионизация.

NUMERICAL STUDY OF THE PROCESS OF OPTIC VORTEX BEAMS OF FEMTOSECOND RADIATION SPREAD IN TRANSPARENT DIELECTRICS

N.Yu. Vislobokov

Vitebsk Branch of the International University MITSO

One of the most relevant and priority research trends today is numerical study and computer modeling in the field of complex functional systems, laser technologies and photonics. It is first of all conditioned by a rather wide spectrum of the possible application of such research findings – from spectroscopy to systems of high density energy propagation and creation of nano and optic electronic devices.

The purpose of the paper is to build mathematical and numerical models which make it possible to study the process of spreading femtosecond vortex impulse beams in the widely spread in photonics dielectrics in the conditions of normal and abnormal dispersion.

Material and methods. *We are building the numerical model which describes correctly the mentioned processes and phenomena in their interconnection taking into account the applied primary conditions and boundary parameters on the basis of wave equation, modified Schrodinger equations and non-linear eiconal which take into account dispersion, defraction, non-linearity of the media and the influence of electrone plasma generated by the field of an electromagnetic wave. As optic vortex beams propagation medium we are considering examples of widely spread dielectrics.*

Findings and their discussion. *The author presents the results of the process of building a mathematical and then, on its basis, a numerical model to study the process of spreading vortex impulse beams in widely used in photonics dielectrics taking into account defraction, dispersion and all types of induced photoionization effects.*

Conclusion. *Thus, a mathematical and then, on its basis, a numerical model of the process of spreading femtosecond vortex pulse beams in dielectrics used in photonics in the conditions of normal and abnormal dispersion is built in the paper. The model takes into consideration that such optic beams in the process of spreading are simultaneously influenced by dispersion, defraction and photoionization effects while the module structure of the model helps to analyze the impact and the role of each of the effects separately. Besides, apart from the evolution of the tenseness going round the electromagnetic field of the vortex impulse beam (on the basis iof which the dynamics of the intensivity transformation can be observed), the presented model makes it possible to trace the dynamics of the transformation of the frequency spectrum of the studied optic radiatin. With the help of this model the numericak study for optic femtosecond vortexes of processes of filamentation, building stable localized formations of electromagnetic energy called light bullets as well as regularities of their frequency spectrum modifications is possible.*

Key words: *numerical study, mathematic modeling, optic pulse, femtosecond pulse, optic vortex beams, induced ionization.*

Одними из наиболее актуальных и приоритетных научных направлений сегодня являются сложные функциональные системы, лазерные технологии и фотоника. Обусловлено это тем, что результаты данных исследований в наше время зачастую играют значимую роль для разработки новых высокотехнологичных устройств повышенной производительности и энергоэффективности, а также совершенствования уже известных технологий [1; 2]. Известно, что особенно активизировался интерес ученых к вопросу распространения мощного оптического излучения в различных средах (от газообразных до кристаллических) после выпуска генераторов фемтосекундного импульсного излучения с шириной пучка до нескольких микрометров [3]. Основная причина – при таких параметрах импульса значительно возростала роль самоиндуцированной фотоионизации и многофотонного поглощения, что заметно изменяло эволюцию излучения в процессе распространения и позволяло наблюдать ряд новых явлений и эффектов [4; 5], тем самым расширялся горизонт применения результатов подобных исследований.

Для данных научных направлений первостепенное значение имеют численные исследования и компьютерное моделирование изучаемых процессов. Обусловлено это тем, что именно указанный вид исследований, позволяя благодаря расчетам определить оптимальные параметры и условия без необходимости проводить соответствующие реальные эксперименты, фактически направляет экспериментальные изыскания в изучении явлений, связанных с распространением мощного оптического излучения с высокой плотностью энергии в твердотельных средах и воздухе.

Кроме того, следует отметить, что актуальность исследований в рассматриваемом научном направлении обусловлена в том числе и широким спектром возможных применений их результатов –

от спектроскопии [1; 2] до систем передачи энергии высокой плотности [3; 5] и создания инновационных устройств нано- и оптоэлектроники [2].

В представленной статье приводятся результаты процесса построения математической, а затем на ее основе и численной модели, реализующей исследование процесса распространения вихревых импульсных пучков в широко используемых в фотонике диэлектриках с учетом дифракции, дисперсии и всех видов индуцируемых фотоионизационных эффектов.

Цель работы – построить математическую и численную модели, позволяющие осуществлять изучение процесса распространения фемтосекундных вихревых импульсных пучков в широко применяемых в фотонике диэлектриках в условиях как нормальной, так и аномальной дисперсии.

Материал и методы. Численную модель, корректно описывающую указанные процессы и явления в их взаимосвязи с учетом используемых начальных условий и граничных параметров, будем строить на основе волнового уравнения, модифицированных уравнений Шрёдингера и нелинейного эйконала, учитывающих, кроме дисперсии и дифракции, нелинейность среды и влияние электронной плазмы, сгенерированной полем электромагнитной волны. Начальные параметры оптических вихревых пучков будем варьировать в пределах необходимых для наблюдения исследуемых явлений [5], но с учетом возможностей существующих генераторов излучения. В качестве среды распространения будем рассматривать достаточно широко распространенные, хорошо подходящие для данных целей CaF_2 , LiF и плавленый кварц.

Результаты и их обсуждение. Начиная процесс построения математической, а затем и численной модели, отметим, что волновое уравнение в этом случае может быть записано в виде

$$\Delta E - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 D}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где Δ – лапласиан, E – комплексная напряженность поля электромагнитной волны, t – временная координата, а D – индукция, которая может быть вычислена через интеграл

$$D = \int_{-\infty}^t \varepsilon(r, z, t - t') E(t') dt'.$$

Исходя из того, что амплитуда обратной волны, индуцированной распространением оптических импульсов длительностью менее 1 пс, даже при высокой пиковой интенсивности, в рассматриваемых твердотельных кристаллических средах не превышает 5% от амплитуды прямой волны [4], будем считать влияние отраженной волны пренебрежимо малым. Соответственно далее выполним модификацию нелинейного уравнения Шрёдингера только для прямой электромагнитной волны и перейдем к уравнению, описывающему динамику изменения напряженности поля фемтосекундного светового импульса (E) в процессе распространения в среде исследуемого типа вдоль продольной координаты z :

$$\frac{i}{2k_0 n_0} \Delta_{\perp} E + \frac{\partial E}{\partial z} - \frac{1}{n_0} K + \frac{1}{2} \frac{d(\ln n_{nl})}{dz} E - \frac{4\pi}{cn_0} \partial_t \chi_{nl} E = 0, \quad (2)$$

где $\nabla_{\perp} = \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right)$, r – радиальная координата, χ_{nl} – диэлектрическая восприимчивость (нелинейная); $n = n_l + n_{nl} I$, n_l и n_{nl} – линейная и нелинейная части показателя преломления соответственно, $I = |E|^2$, k_0 – начальный волновой вектор; K может быть определено как

$$K = \frac{ik_0}{2} (n^2 - n_{nl}^2) E - n_l \hat{D} E, \quad (3)$$

здесь \hat{D} – оператор, учитывающий влияние дисперсии (нормальной или аномальной в зависимости от длины волны излучения), который может быть определен из соотношения:

$$\hat{D} = \left(\beta_1 - \frac{\alpha_1}{2} \right) \frac{\partial}{\partial t} + \sum_{m=2}^{\infty} \frac{\varepsilon_m}{m!} \left(i \frac{\partial}{\partial t} \right)^m. \quad (4)$$

Параметры ε_m и β_m вычисляются по формулам:

$$\begin{cases} \varepsilon_m = \beta_m + i \frac{\alpha_m}{2}, \\ \beta_m = \left(\frac{\partial \omega}{\partial k} \right)^{-m}. \end{cases}$$

В данном случае, обозначив несущую частоту импульсного пучка ω , а временную координату τ , оператор \hat{D} можно преобразовать к виду

$$\hat{D} = \frac{i}{2} \cdot \frac{\partial^2 k}{\partial \omega^2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \tau^2}.$$

Влияние керровской нелинейности 3-го и 5-го порядков может быть описано выражением

$$P_{nl} \cdot E = (ik_0 n_2 \hat{T} |E|^2 + ik_0 n_4 \hat{T} |E|^4) \cdot E. \quad (5)$$

Далее учтем тот факт, что ионизация среды распространения высокоинтенсивным оптическим импульсом приводит к потере энергии излучения и, если поглощенная энергия и время релаксации среды достаточно велики, формированию плазмы свободных электронов, которая в свою очередь оказывает дефокусирующее влияние на параметры импульса:

$$N_{PL} = \frac{\sigma}{2} \hat{T}^{-1} (1 + i\omega\tau_c) \rho + \frac{1}{2} \frac{W(|E|) \cdot U}{|E|^2}. \quad (6)$$

Здесь σ – характерный параметр тормозного излучения (в данной модели величину σ можно определить согласно [5]), время τ_c характеризует частоту столкновений электронов в плазме, ρ – плотность электронной плазмы, $W(|E|)$ – скорость ионизации в электромагнитном поле импульса. Обозначим плотность электронов в нейтральном состоянии ρ_0 , а начальную интенсивность I_0 , тогда уравнение для скорости изменения плотности ρ можно записать в виде

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = \gamma \frac{I_0 \tau_p}{\rho_0} |E|^{2m} + \frac{\tau_p I_0 \sigma |E|^2}{U} \rho - \frac{\tau_p}{\tau_r} \rho. \quad (7)$$

Далее, используя введенные обозначения (\hat{D} , P_{nl} , N_{PL}), преобразуем эволюционное уравнение к виду, более удобному для анализа и построения численной модели, и оставим в его левой части только производную по продольной координате:

$$\frac{\partial E}{\partial z} = \frac{i}{2k} \left(1 + \frac{i}{\omega \tau_p} \frac{\partial}{\partial \tau} \right)^{-1} \nabla_{\perp} E - \hat{D} E + (P_{nl} - N_{PL}) E. \quad (8)$$

Получившееся уравнение описывает эволюцию пространственно-временного профиля огибающей напряженности поля оптического импульса (здесь интенсивность может быть вычислена как $I = |E|^2$) в процессе распространения, а также позволяет исследовать динамику изменения его частотного спектра по сдвигу частот в соответствующей точке исследуемой области $\Delta\omega(r, \tau)$, который определяется через величину временного градиента фазы φ_{nl} :

Для расчета $W(|E|)$ в общем случае можно использовать формулу, предложенную Келдышем или ограничиться линейным приближением (в области преобладания многофотонного поглощения), в зависимости от пределов изменения мощности импульса и среды распространения оптического излучения. В том случае, когда при вычислении скорости фотоионизации в поле электромагнитной волны лазерного импульса необходимо учесть одновременное влияние таких ионизационных эффектов, как мультифотонное поглощение, туннельная и лавинная ионизации, целесообразным будет использовать для расчета $W(|E|)$ следующую формулу:

$$W(|E|) = \frac{2\omega_0}{9\pi} \left(\frac{\omega_0 m^*}{\hbar \sqrt{\Gamma}} \right)^{3/2} Q \exp\{G\}, \quad (9)$$

$$\Gamma = \frac{\gamma^2}{1+\gamma^2},$$

$$\gamma = \frac{\omega}{eE} \sqrt{m^* U}.$$

Методика вычисления параметров Q и G описана нами в [5]. Однако следует отметить, что в ряде случаев при вычислении $W(|E|)$ для упрощения процесса построения численной и компьютерной моделей достаточно ограничиться многофотонным приближением, а влиянием остальных видов ионизации пренебречь. Так на рис. 1 на логарифмической шкале приведена динамика изменения $W(|E|)$ в зависимости от интенсивности оптического импульса (I) в кварцевом стекле bk7 ($U = 9$ эВ) для I , изменяющейся в пределах от 1 до 100 Вт/см².

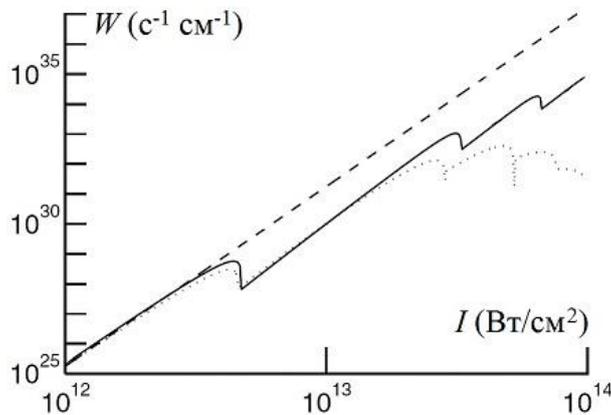


Рис. Динамика изменения скорости фотоионизации $W(|E|)$ в зависимости от интенсивности излучения (I) в плавленом кварце bk7 (учтены все виды ионизации – сплошная кривая, предельный случай многофотонной ионизации – точечная кривая, многофотонная ионизация при $n=6$ – штриховая кривая).

По графику на рис. видно, что при пиковой интенсивности в несколько тераватт преобладающим видом ионизации является многофотонное поглощение, а остальными видами ионизации можно просто пренебречь. Здесь скорость ионизации достаточно точно может быть определена из соотношения

$$W(|E|) = (\sigma_n I^n \rho), \quad (10)$$

где σ_n – коэффициент фотонного поглощения (фактически коэффициент пропорциональности, устанавливаемый экспериментально для разных сред распространения и разных диапазонов изменения энергии излучения), n – порядок многофотонного перехода.

$$n = \text{int} \left\langle \frac{U}{\hbar \omega_0} + 1 \right\rangle.$$

Однако при возрастании пиковой интенсивности импульса (например, для кварцевого стекла до 15 ТВт/см²) усиливается влияние туннельной ионизации и постепенно уже этот вид ионизации становится преобладающим. Соответственно вычисление $W(|E|)$ в приближении только многофотонного поглощения приведет к отклонению результатов численной модели от экспериментальных, причем величина отклонения будет увеличиваться с возрастанием I , поэтому при таких интенсивностях придется учитывать одновременное влияние нескольких ионизационных эффектов, индуцированных полем импульса.

Следует отметить, что в качестве входного для такой модели может выступать гауссов обычный $\left(E(r, z = 0, \tau) = E_0 \exp \left[-\frac{r^2}{2w_0^2} - \frac{\tau^2}{2\tau_p^2} \right] \right)$ или линейно поляризованный импульсный пучок, для которого

$$E(r, z = 0, \tau) = E_0 \exp \left[-\frac{r^2}{w_0^2} - \frac{\tau^2}{\tau_p^2} - \frac{ikr^2}{2f} \right], \quad (11)$$

где $f = d + \frac{\pi\omega^2 n_0}{\lambda_0 d}$ (здесь d – это расстояние от линейного фокуса).

Однако в настоящее время более актуальным является вопрос моделирования процесса распространения в кристаллах диэлектриков, наиболее часто используемых в фотонике (bk7, CaF₂, LiF) не просто импульсов, а вихревых импульсных пучков фемтосекундного излучения на частотах, соответствующих как нормальной, так и аномальной дисперсии. У таких световых пучков сингулярность фазы приводит к увеличению критической мощности самофокусировки (P_{cr}), например, у вихревого пучка с топологическим зарядом, равным 1, величина P_{cr} в 4 раза превышает этот показатель для обычного гауссова пучка. Посредством таких моделей можно изучать процессы филаментации и генерации сверхширокодиапазонного (по частоте) излучения, а также формирования сравнительно устойчивых локализованных формаций электромагнитной энергии, называемых световыми пулями.

Соответственно далее дополним математическую модель так, чтобы ее можно было использовать для моделирования процесса распространения вихревых фемтосекундных аксиально-симметричных импульсных пучков. В этом случае оператор дифракции будет зависеть от топологического заряда (m), что учтем в эволюционном уравнении. Соответственно математическая модель динамики распространения оптического вихря с топологическим зарядом m будет иметь вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial E}{\partial z} = \frac{i}{2k} \left(1 + \frac{i}{\omega\tau_p} \frac{\partial}{\partial \tau} \right)^{-1} \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{m^2}{r^2} \right) E - \widehat{D}E + (P_{nl} - N_{PL})E, \\ \frac{\partial \rho}{\partial \tau} = \gamma \frac{I_0 \tau_p}{\rho_0} |E|^{2m} + \frac{\tau_p I_0 \sigma |E|^2}{U} \rho - \frac{\tau_p}{\tau_r} \rho. \end{cases} \quad (12)$$

Уравнение для напряженности электромагнитного поля входного оптического излучения в данном случае будет таким:

$$E^{(m)}(r, z = 0, \tau) = E_0 \left(\frac{r}{w_0} \right)^m \exp \left[-\frac{r^2}{w_0^2} \right] \exp \left[-\frac{\tau^2}{\tau_p^2} \right] \exp[i m \varphi]. \quad (13)$$

Можно отметить, что вихревая фаза такого импульса, которая описывается комплексной экспонентой, будет создавать сингулярность, обуславливающую интерференционный эффект, напоминающий процесс, подобный отталкиванию светового поля от оптической оси.

Далее для перехода от математической модели к численной перейдем к безразмерным величинам ($A, \zeta, \tau', w', \rho'$). Для этого осуществим нормирование на характерные параметры данной модели: дифракционную длину, начальные длительность и ширину импульса, плотность ρ_0 .

$$\begin{aligned} |E|^2 &= I_0 |A|^2, \quad \zeta = \frac{z}{L_0}, \\ \tau' &= \frac{(t - \frac{z}{vg})}{\tau_p}, \quad w' = \frac{w}{w_0}, \quad \rho' = \frac{\rho}{\rho_0}, \\ L_0 &= L_{df} = \frac{kw_0^2}{2}, \quad \frac{L_0}{2kw_0^2} = \frac{1}{4}. \end{aligned} \quad (14)$$

В процессе численного моделирования по безразмерным координатам введем равномерную сетку (q_ζ по координате ζ , а также q_r и q_τ по соответствующим координатам):

$$\begin{cases} q_\zeta = \left\{ \zeta = \zeta_n; \quad \zeta_n = nh_\zeta; \quad h_\zeta = \frac{L_\zeta}{N_\zeta}; \quad n = 0, 1, \dots, (N_\zeta - 1) \right\}, \\ q_r = \left\{ r = r_j; \quad r_j = (j + 0.5)h_r; \quad h_r = \frac{L_r}{N_r + 0.5}; \quad j = 0, 1, \dots, (N_r - 1) \right\}, \\ q_\tau = \left\{ \tau = \tau_k; \quad \tau_k = kh_\tau; \quad h_\tau = \frac{L_\tau}{N_\tau}; \quad k = 0, 1, \dots, (N_\tau - 1) \right\}. \end{cases} \quad (15)$$

Далее использование известных схем аппроксимации математических операций и применение итерационного процесса позволит завершить процесс построения численной модели.

Заключение. Таким образом, в данной работе построена математическая, а затем на ее основе и численная модель процесса распространения фемтосекундных вихревых импульсных пучков в диэлектриках, применяемых в фотонике (например, BK7 , CaF_2 , LiF) в условиях нормальной и аномальной дисперсии. Модель учитывает, что такие оптические пучки в процессе распространения подвергаются одновременному воздействию дисперсии, дифракции и фотоионизационных эффектов, а модульная структура модели помогает анализировать влияние и роль каждого из этих эффектов в отдельности. К тому же, кроме эволюции огибающей напряженности (на основе которой можно наблюдать и динамику изменения интенсивности) электромагнитного поля вихревого импульсного пучка, представленная модель позволяет отслеживать динамику изменения частотного спектра исследуемого оптического излучения. Посредством данной модели возможно в дальнейшем численное изучение для оптических фемтосекундных вихрей процессов филаментации, формирования устойчивых локализованных формаций электромагнитной энергии, называемых световыми пучками и закономерностей модификации их частотного спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fu, W. High-power femtosecond pulses without a modelocked laser / W. Fu, L.G. Wright, F.W. Wise // *JOSA Optica*. – 2022. – Vol. 4, № 7. – P. 831–834.
2. Тихомиров, С.А. Фемтосекундная лазерная система с импульсной накачкой генератора и усилителя при использовании одного силового блока / С.А. Тихомиров // *Приборы и методы измерений*. – 2021. – Т. 12, № 1. – С. 23–29.
3. Zaloznaya, E.D. Similarity parameter for the process of mid-IR light bullet formation / E.D. Zaloznaya [et al.] // *Quantum Electronics*. – 2020. – Vol. 50, № 8. – P. 354–372.
4. Распространение мощного светового импульса с учетом отражения от нелинейного фокуса / О.Х. Хасанов, Т.В. Смирнова, О.М. Федотова [и др.] // *Известия РАН. Серия физическая*. – 2006. – Т. 70, № 12. – С. 1740–1744.
5. Вислобоков, Н.Ю. Численное моделирование процесса формирования пульсирующего канала распространения мощного светового импульса в прозрачных диэлектриках / Н.Ю. Вислобоков // *Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. – 2018. – № 4(101). – С. 29–37.

REFERENCES

1. Fu, W. High-power femtosecond pulses without a modelocked laser / W. Fu, L.G. Wright, F.W. Wise // *JOSA Optica*. – 2022. – Vol. 4, № 7. – P. 831–834.
2. Tikhomirov S.A. *Pribory i metody izmereni* [Tools and Measurement Methods], 2021, 12(1), pp. 23–29.
3. Zaloznaya, E.D. Similarity parameter for the process of mid-IR light bullet formation / E.D. Zaloznaya [et al.] // *Quantum Electronics*. – 2020. – Vol. 50, № 8. – P. 354–372.
4. Khasanov O.Kh., Smirnova T.V., Fedotova O.M. *Izvestiya RAN. Seriya fizicheskaya* [Journal of RAS. Physics], 2006, 70(12), pp. 1740–1744.
5. Vislobokov N.Yu. *Vesnik Vitsebskaga dzharzhavnaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2018, 4(101), pp. 29–37.

Поступила в редакцию 11.11.2024

Адрес для корреспонденции: e-mail: nkt_2004@mail.ru – Вислобоков Н.Ю.

ОБ ОДНОЙ ЛИНЕЙНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ

С.А. Шлапаков

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

В работе исследуется задача типа Коши для одного линейного дифференциального уравнения дробного порядка с дробной производной Адамара.

Цель статьи – построение аналитического решения поставленной дифференциальной задачи.

Материал и методы. *Рассматривается задача типа Коши для линейного дифференциального уравнения дробного порядка. При этом используются методы функционального анализа и дробного исчисления.*

Результаты и их обсуждение. *В работе исследуется задача типа Коши для уравнения с дробной производной Адамара, приведено решение соответствующей однородной задачи, которое является составной частью общего решения исходной дифференциальной задачи.*

Заключение. *Результаты исследований согласуются с таковыми для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений n -го порядка.*

Ключевые слова: *дробное интегрирование и дифференцирование Адамара, задача типа Коши для дифференциального уравнения дробного порядка, интегральное уравнение Вольтерра второго рода, пространство интегрируемых функций, пространство регулярных функций.*

ABOUT ONE LINEAR DIFFERENTIAL PROBLEM

S.A. Shlapakov

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

The article studies a Cauchy type problem for one linear differential equation of fractional order with the Hadamard fractional derivative.

The purpose of this study is to construct an analytical solution to the posed differential problem.

Material and methods. *A Cauchy-type problem for a linear differential equation of fractional order is considered. Methods of functional analysis and fractional calculus are used in the research process.*

Findings and their discussion. *The paper studies a Cauchy-type problem for an equation with a fractional Hadamard derivative, and provides a solution to the corresponding homogeneous problem, which is an integral part of the general solution to the original differential problem.*

Conclusion. *The results of the research are consistent with those for ordinary linear differential equations of the n -th order.*

Key words: *fractional integration and Hadamard differentiation, Cauchy-type problem for a fractional differential equation, Volterra integral equation of the second kind, space of integrable functions, space of regular functions.*

В теории и приложениях весьма широко используются различные модификации и обобщения классических операторов дробного интегродифференцирования. К таким модификациям относятся дробные интегралы и производные Адамара [1]. Важность изучения дифференциальных уравнений дробного порядка обусловлена их широким применением в теории дробного исчисления, а также в задачах химии, биологии, механики, физики, теории колебаний, теории упругости. В настоящей работе исследуется задача типа Коши, сформулированная для линейного дифференциального уравнения дробного порядка с дробной производной Адамара. Естественно возникает проблема интегрирования такого уравнения с учетом начальных условий.

Цель статьи состоит в построении аналитического решения поставленной дифференциальной задачи.

Материал и методы. Материал – операции дробного интегрирования и дифференцирования Адамара, которые используются как при формулировке дифференциальной задачи, подлежащей исследованию, так и при интегрировании соответствующих дифференциальных уравнений дробного порядка. В работе применяется аппарат функционального анализа в сочетании с методами математического анализа и дробного исчисления.

Результаты и их обсуждение. В [2] рассматривалась задача типа Коши для дифференциального уравнения общего вида с дробной производной Адамара:

$$(D_{a+}^{\alpha} y)(x) = f(x, y(x)), \quad n-1 < \alpha \leq n, \quad n \in N, \quad a > 0 \quad (1)$$

при начальных условиях

$$(D_{a+}^{\alpha-k} y)(a+) = b_k, \quad k = 1, 2, \dots, n = -[\alpha]. \quad (2)$$

Решение задачи (1)–(2) было построено в пространстве регулярных функций

$$L_{\delta}^{\alpha}(a, b) = \left\{ y \in L(a, b) \mid D_{a+}^{\alpha} y \in L(a, b) \right\}, \quad 0 < a < b < +\infty. \quad (3)$$

Левую часть в (2) следует понимать как предел в правосторонней окрестности $(a, a + \varepsilon)$, $\varepsilon > 0$ точки a :

$$\begin{aligned} (D_{a+}^{\alpha-k} y)(a+) &= \lim_{x \rightarrow a+} (D_{a+, \mu}^{\alpha-k} y)(x), \quad k = 1, 2, \dots, n-1, \\ (D_{a+}^{\alpha-n} y)(a+) &= \lim_{x \rightarrow a+} (\mathfrak{I}_{a+}^{n-\alpha} y)(x), \quad \alpha \neq n, \\ (D_{a+, \mu}^0 y)(a+) &= \lim_{x \rightarrow a+} y(x), \quad \alpha = n. \end{aligned}$$

Заметим, что при натуральном значении $\alpha = n \in N$ задача (1)–(2) представляет собой задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения n -го порядка:

$$\begin{aligned} (D_{a+}^{\alpha} y)(x) &= \delta^n y(x) = f(x, y(x)), \quad \delta = x \frac{d}{dx}, \\ \lim_{x \rightarrow a+} (\delta^{n-k} y)(x) &= b_k, \quad b_k \in R, \quad k = 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Напомним, что дробное интегрирование и дифференцирование по Адамару порядка $\alpha > 0$ определяется следующим образом [3]:

$$\begin{aligned} (\mathfrak{I}_{a+, \mu}^{\alpha} h)(x) &= \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\frac{t}{x}\right)^{\mu} \left(\ln\left(\frac{x}{t}\right)\right)^{\alpha-1} h(t) \frac{dt}{t}, \quad \alpha > 0, \quad x > a \geq 0, \quad \mu \in R, \\ (D_{a+, \mu}^{\alpha} h)(x) &= x^{-\mu} \delta^n x^{\mu} (\mathfrak{I}_{a+, \mu}^{n-\alpha} h)(x), \quad \delta = x \frac{d}{dx}, \quad \alpha > 0, \quad n = [\alpha] + 1, \quad \mu \in R. \end{aligned}$$

В случае $\mu = 0$ формулы (4) и (5) принимают соответственно вид:

$$\begin{aligned} (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} h)(x) &\equiv (\mathfrak{I}_{a+, 0}^{\alpha} h)(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln\frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} h(t) \frac{dt}{t}, \quad \alpha > 0, \quad x > a \geq 0, \quad (4) \\ (D_{a+}^{\alpha} h)(x) &\equiv (D_{a+, 0}^{\alpha} h)(x) = \delta^n (\mathfrak{I}_{a+}^{n-\alpha} h)(x), \quad \delta = x \frac{d}{dx}, \quad \alpha > 0, \quad n = [\alpha] + 1, \end{aligned}$$

где

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx, \quad \operatorname{Re} z > 0 \text{ – гамма-функция.}$$

В работе [2] показана равносильность дифференциальной задачи (1)–(2) интегральному уравнению Вольтерра второго рода в пространстве (3):

$$y(x) = \sum_{k=1}^n \frac{b_k}{\Gamma(\alpha - k + 1)} \left(\ln\frac{x}{a}\right)^{\alpha-k} + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln\frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} f(t, y(t)) \frac{dt}{t}, \quad x > a. \quad (5)$$

Конкретизируем общий вид правой части в соотношении (1), положив $f(x, y(x)) = p(x)y(x) + g(x)$. Тогда будем иметь

$$(D_{a+}^{\alpha} y)(x) = p(x)y(x) + g(x), \quad n-1 < \alpha \leq n, \quad n \in N, \quad a > 0. \quad (6)$$

При этом соотношение (5) преобразуется естественным образом:

$$y(x) = y_0(x) + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} p(t)y(t) \frac{dt}{t} + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} g(t) \frac{dt}{t}, \quad x > a, \quad (7)$$

где

$$y_0(x) = \sum_{k=1}^n \frac{b_k}{\Gamma(\alpha - k + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha-k}. \quad (8)$$

Уравнение (7) эквивалентно линейной дифференциальной задаче (6)–(2) в пространстве (3). Условия существования и единственности решения этой дифференциальной задачи содержатся в утверждении [4]:

Теорема 1. Пусть $\alpha > 0$, $n = [-\alpha]$, $g(x) \in L(a, b)$, причем $0 < a < b < +\infty$. Если к тому же функция $p(x)$ является ограниченной на отрезке $[a, b]$, то задача (6)–(2) имеет единственное решение в пространстве (3).

Уравнение (7) достаточно общее. Естественным видится рассмотрение его частных случаев с целью построения обозримых решений. Положим в (6), например, $p(t) \equiv \theta \in R$:

$$y(x) = y_0(x) + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \theta y(t) \frac{dt}{t} + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} g(t) \frac{dt}{t}, \quad x > a. \quad (9)$$

Уравнению (9) отвечает дифференциальная задача (1)–(2), где $f(x, y(x)) = \theta y(x) + g(x)$. Если же в соотношении (6) положить $p(t) \equiv \theta \in R$, $g(t) = 0$, то приходим к интегральному уравнению, эквивалентному задаче (1)–(2) с правой частью $f(x, y(x)) = \theta y(x)$. Решая соответствующее уравнение

$$y(x) = y_0(x) + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \theta y(t) \frac{dt}{t} = y_0(x) + \theta (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} y)(x), \quad \alpha > 0$$

методом последовательных приближений

$$y_i(x) = y_0(x) + \theta (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} y_{i-1})(x), \quad (i = 1, 2, \dots), \quad (10)$$

где $y_0(x)$ определено в (8), приходим к общей формуле [5]:

$$y_i(x) = \sum_{j=1}^n b_j \sum_{k=0}^i \frac{\theta^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha k + \alpha - j}, \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

Реализуя итерационный процесс (10), неоднократно приходилось использовать равенство

$$\int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\mu} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{\nu} \frac{dt}{t} = \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\mu+\nu+1} B(\mu+1, \nu+1), \quad \mu > -1, \nu > -1, 0 < a < b < \infty.$$

Оно является следствием замены переменного интегрирования в (10)

$$\tau = \ln \left(\frac{t}{a}\right) / \ln \left(\frac{x}{a}\right),$$

что позволяет получить бета-функцию

$$B(\gamma, \beta) = \int_0^1 \tau^{\gamma-1} (1-\tau)^{\beta-1} d\tau = \frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\gamma+\beta)}, \gamma > 0, \beta > 0,$$

и проводить дальнейшие преобразования до получения результата. В силу сходимости итерационного процесса имеем решение линейной однородной задачи:

$$\begin{aligned} y(x) &= \sum_{j=1}^n b_j \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\theta^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha k + \alpha - j} = \\ &= \sum_{j=1}^n b_j \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha - j} E_{\alpha, \alpha - j + 1} \left(\theta \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha} \right), \end{aligned}$$

где $E_{\alpha, \beta}(z)$ – функция Миттаг – Лефлера [6]:

$$E_{\alpha, \beta}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{\Gamma(\alpha k + \beta)}, \quad z, \alpha, \beta \in C, \operatorname{Re} \alpha > 0.$$

Обратимся теперь к интегральному уравнению (9). Будем решать его также методом последовательных приближений:

$$y_i(x) = y_0(x) + \theta (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} y_{i-1})(x) + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x), \quad (i=1, 2, \dots). \quad (11)$$

Применяя ту же технологию, что и в [5], организуем итерационный процесс (11):

$$\begin{aligned} i=1: \quad y_1(x) &= y_0(x) + \theta \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{\alpha-j} \frac{dt}{t} + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x) = \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha-j} + \theta \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\alpha - j + 1)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{\alpha-j} \frac{dt}{t} + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x) = \\ &= \sum_{j=1}^n b_j \left[\frac{1}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha-j} + \frac{\theta}{\Gamma(2\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{2\alpha-j} \right] + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i=2: \quad y_2(x) &= y_0(x) + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x) + \\ &+ \theta \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \left[\sum_{j=1}^n b_j \left(\frac{1}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{\alpha-j} + \frac{\theta}{\Gamma(2\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{2\alpha-j} \right) + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(t) \right] \frac{dt}{t} = \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha-j} + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x) + \theta \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \sum_{j=1}^n b_j \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \frac{1}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{\alpha-j} \frac{dt}{t} + \\ &+ \theta \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \sum_{j=1}^n b_j \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha-1} \frac{\theta}{\Gamma(2\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{t}{a}\right)^{2\alpha-j} \frac{dt}{t} + \theta (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g))(x) = \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{\Gamma(\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha-j} + \\ &+ \theta \sum_{\xi=1}^{\zeta} \frac{b_j}{\Gamma(2\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{2\alpha-j} + \theta^2 \sum_{j=1}^n \frac{b_j}{\Gamma(3\alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{3\alpha-j} + (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} g)(x) + \theta (\mathfrak{I}_{a+}^{2\alpha} g)(x) = \\ &= \sum_{j=1}^n b_j \sum_{k=0}^2 \frac{\theta^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha k + \alpha - j} + \sum_{k=0}^1 \theta^k (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha k + \alpha} g)(x), \end{aligned}$$

приходим индуктивно к общей формуле:

$$y_i(x) = \sum_{j=1}^n b_j \sum_{k=0}^i \frac{\theta^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha k + \alpha - j} + \sum_{k=0}^{i-1} \theta^k (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha k + \alpha} g)(x), i = 1, 2, 3, \dots$$

При проведении преобразований в ходе итерационного процесса использовалось так называемое полугрупповое свойство дробного интегрирования по Адамару (4):

$$\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha} \mathfrak{I}_{a+}^{\beta} h = \mathfrak{I}_{a+}^{\alpha + \beta} h, \alpha > 0, \beta > 0.$$

Оно является аналогом такового для классического дробного интегрирования Римана – Лиувилля [6].

Ввиду сходимости итерационного процесса будем иметь:

$$y(x) = \sum_{j=1}^n b_j \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\theta^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha k + \alpha - j} + \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha k + \alpha} g)(x), \alpha > 0. \quad (12)$$

Первое слагаемое соотношения (12) есть не что иное, как решение соответствующей однородной задачи [5]:

$$\begin{aligned} (D_{a+}^{\alpha} y)(x) &= \theta y(x), n-1 < \alpha \leq n, n \in N, a > 0, \\ (D_{a+}^{\alpha-k} y)(a+) &= b_k, k = 1, 2, \dots, n = -[-\alpha]. \end{aligned}$$

Первому слагаемому в (12) можно придать иной вид, используя функцию Миттаг – Лефлера, упомянутую ранее:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n b_j \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\theta^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha k + \alpha - j} &= \\ = \sum_{j=1}^n b_j \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha - j} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{\Gamma(\alpha k + \alpha - j + 1)} \left(\theta \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha}\right)^k &= \\ = \sum_{j=1}^n b_j \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha - j} E_{\alpha, \alpha - j + 1} \left(\theta \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha}\right). \end{aligned}$$

Преобразуем второе слагаемое соотношения (12):

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k (\mathfrak{I}_{a+}^{\alpha k + \alpha} g)(x) &= \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \frac{1}{\Gamma(\alpha k + \alpha)} \int_a^x \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha k + \alpha - 1} g(t) \frac{dt}{t} = \\ = \int_a^x \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\left(\theta \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha}\right)^k}{\Gamma(\alpha k + \alpha)} \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha - 1} g(t) \frac{dt}{t} &= \int_a^x E_{\alpha, \alpha} \left(\theta \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha}\right) \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha - 1} g(t) \frac{dt}{t}. \end{aligned}$$

Окончательно конструкция (12) будет иметь вид:

$$y(x) = \sum_{j=1}^n b_j \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha - j} E_{\alpha, \alpha - j + 1} \left(\theta \left(\ln \frac{x}{a}\right)^{\alpha}\right) + \int_a^x E_{\alpha, \alpha} \left(\theta \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha}\right) \left(\ln \frac{x}{t}\right)^{\alpha - 1} g(t) \frac{dt}{t}. \quad (13)$$

Таким образом, приходим к следующему утверждению.

Теорема 2. Пусть $\alpha > 0, n = -[-\alpha], \theta \in R, g(x) \in L(a, b), 0 < a < b < \infty$. Тогда линейная дифференциальная задача типа (1)–(2)

$$(D_{a+}^{\alpha} y)(x) = \theta y(x) + g(x), \quad (D_{a+}^{\alpha-k} y)(a+) = b_k \in R \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

имеет единственное решение в пространстве (3), определяемое равенством (13).

Заключение. В приложениях довольно часто возникает необходимость решать аналоги задач Коши для дифференциальных уравнений дробного порядка. К тому же при интегрировании некоторых классов дифференциальных уравнений целого порядка приходится обращаться к положениям теории дробного интегродифференцирования. В работе получено аналитическое решение задачи типа Коши для линейного дифференциального уравнения дробного порядка с дробной производной Адамара, с использованием аппарата специальных функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлапаков, С.А. О дробном интегродифференцировании Адамара в весовых пространствах суммируемых функций / С.А. Шлапаков // Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2009. – № 3. – С. 132–135.
2. Шлапаков, С.А. Задача типа Коши для уравнения с дробной производной Адамара / О.В. Скоромник, С.А. Шлапаков // Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2023. – № 3. – С. 10–14.
3. Шлапаков, С.А. Операторы дробного интегродифференцирования по Адамару / С.А. Шлапаков // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XVI(63) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 16–17 марта 2011 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищеп (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2011. – Т. 1. – С. 71–73.
4. Шлапаков, С.А. О задаче типа Коши для линейного дифференциального уравнения с дробной производной Адамара / С.А. Шлапаков // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 76-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 1 марта 2024 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2024. – С. 53–54.
5. Шлапаков, С.А. Однородная задача типа Коши для линейного дифференциального уравнения с дробной производной Адамара / С.А. Шлапаков // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 77-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 28 февр. 2025 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2025. – С. 52–54.
6. Самко, С.Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С.Г. Самко, А.А. Килбас, О.И. Маричев. – Минск: Наука и техника, 1987. – 688 с.

REFERENCES

1. Shlapakov S.A. *Vesnik Vitsebskaga dziazhaunaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2009, 3, pp. 132–135.
2. Shlapakov S.A., Skoromnik O.V. *Vesnik Vitsebskaga dziazhaunaga universiteta* [Bulletin of Vitebsk State University], 2023, 3, pp. 10–14.
3. Shlapakov S.A. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy XVI(63) Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 16–17 marta 2011 g.: v 2 t.* [Science – for Education, Industry, Economy: Proceedings of the XVI(63) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduate Students, Vitebsk, March 16–17, 2011], Vitebsk, 2011, 1, pp. 71–73.
4. Shlapakov S.A. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 76-i Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 1 marta 2024 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Proceedings of the 76th Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduate Students, Vitebsk, March 1, 2024], Vitebsk, 2024, pp. 53–54.
5. Shlapakov S.A. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 77-i Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 28 fevr. 2025 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Proceedings of the 77th Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduate Students, Vitebsk, February 28, 2025], Vitebsk, 2025, pp. 52–54.
6. Samko S.G., Kilbas A.A., Marichev O.I. *Integraly i proizvodniye drobnogo poriadka i nekotoriye ikh prilozheniya* [Integrals and Derivatives of Fraction Order and Some Applications of Theirs], Minsk: Nauka i tekhnika, 1987, 688 p.

Поступила в редакцию 25.03.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: ShlapakovSA@gmail.com – Шлапаков С.А.



БІАЛОГІЯ

УДК 663.1:582.28:637

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЭТЧ-МЕТОДА ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕГО ФЕРМЕНТА ИЗ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ШТАММА *PLEUROTUS OSTREATUS X FLORIDANUS*

Д.Д. Жерносеков*, Е.Е. Павлова*, О.Н. Спышнов**, П.А. Суворова*,
А.В. Вашневская*, Е.С. Минакова*

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

**ООО «Ингрибел»

Поскольку сыр является популярным молочным продуктом во всем мире, спрос на молочный коагулянт быстро растет по мере увеличения производства сыра. С целью удовлетворения растущего спроса на молочные коагулянты для сыроделия активно разрабатываются препараты молокосвертывающего фермента грибного происхождения. В настоящей работе предложен метод для концентрирования молокосвертывающего фермента из культуральной жидкости промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus*. Культуральную жидкость, полученную после 14-дневного глубинного культивирования на картофельно-сахарозной среде, концентрировали с помощью бэтч-метода на ДЕАЕ-сефарозе. Полученный концентрат после добавления активатора обеспечивал формирование молочного сгустка, который по консистенции не уступал сгусткам, которые образовались с использованием импортных препаратов молокосвертывающих ферментов. Планируется дальнейшее исследование для достижения молокосвертывающей активности препарата на уровне импортных аналогов.

Цель исследования – провести концентрирование препарата молокосвертывающего фермента из культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus*, используя бэтч-метод с применением ДЭАЕ-сефарозы.

Материал и методы. Штамм *Pleurotus ostreatus x floridanus*, гибрид (*P. ostreatus x P. florida*) 462 предоставлен Государственным научным учреждением «Институт леса НАН Беларуси». Для концентрирования молокосвертывающего препарата применялся бэтч-метод. Для сравнения молокосвертывающей активности были взяты промышленные препараты «Здоровеево kalase» (производитель Нидерланды) и «Полезная партия» (производитель Россия).

Результаты и их обсуждение. При использовании бэтч-метода были получены три фракции, содержащие белки: одна из них не показала наличия молокосвертывающей активности, вторая имела следовые значения, а в третьей сконцентрировалась основная масса целевого белка.

Заключение. При сравнении молокосвертывающей активности фракции, содержащей целевой белок с активатором, был получен молочный сгусток, не уступающий по качеству молочным сгусткам, образовавшимся при использовании промышленных препаратов «Здоровеево kalase» и «Полезная партия».

Ключевые слова: молокосвертывающая активность, вешенка обыкновенная, *Pleurotus ostreatus*, бэтч-метод, молочная промышленность.

APPLICATION OF BATCH METHOD FOR CONCENTRATION OF MILK-CLOTTING ENZYME FROM CULTURE LIQUID OF INDUSTRIAL STRAIN *PLEUROTUS OSTREATUS X FLORIDANUS*

D.D. Zhernossekov*, E.E. Pavlova*, A.N. Spyshnov**, P.A. Suvorova*,
A.V. Vashnevskaya*, E.S. Minakova*

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

**Ingribel Ltd.

Since cheese is a popular dairy product all over the world, the demand for milk coagulant is rapidly increasing as cheese production increases. In order to meet the growing demand for milk coagulants for cheese making, milk-clotting enzyme preparations of fungal origin are being actively developed. In this paper, a method for concentrating milk-clotting enzyme from the culture fluid of the industrial strain *Pleurotus ostreatus x floridanus* is proposed. The culture fluid was obtained after 14 days of cultivation on potato-sucrose medium and was concentrated using the batch method on DEAE-sepharose. The resulting concentrate after adding the activator ensured the formation of a milk clot, the consistency of which was not inferior to the clots obtained using imported milk-clotting enzyme preparations. Further research is planned to achieve the milk-clotting activity of the preparation at the level of imported analogues.

The aim of the study is to concentrate the milk-clotting enzyme preparation from the culture fluid of *Pleurotus ostreatus* using the batch method with DEAE-sepharose.

Material and methods. The strain *Pleurotus ostreatus x floridanus*, hybrid (*P. ostreatus x P. florida*) 462 was provided by the State Scientific Institution "Forest Institute of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus". The batch method was used to concentrate the milk-clotting preparation. Industrial preparations "Zdoroveevo kalase" (Netherlands) and "Poleznaya partiya" (Russia) were used to compare milk-clotting activity.

Findings and their discussion. Using the batch method, three fractions containing proteins were obtained: one of them did not show milk-clotting activity, one showed trace values, and one, in which the bulk of the target protein was concentrated.

Conclusion. When comparing the milk-clotting activity of the obtained fraction containing the target protein plus activator, the milk clot was obtained which quality was not inferior milk clots obtained using the industrial preparations "Zdoroveevo kalase" and "Poleznaya partiya".

Key words: milk-clotting activity, Oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, batch method, dairy industry.

Молочная промышленность Республики Беларусь – это приоритетная отрасль отечественной экономики. Она по праву считается визитной карточкой страны и источником валюты. Начиная с 1961 года масштабы мирового производства сыров увеличились примерно в 3,5 раза, что привело к дефициту сычужного фермента. Спрос на коагулирующие ферменты стал превышать предложение почти 50 лет назад и сегодня только 20–30% мирового объема сыра может быть получено с использованием сычужного фермента. Поэтому в настоящее время остается актуальным поиск альтернативных источников молокосвертывающих ферментов. Инновации в данной отрасли формируются в результате взаимодействия биохимии, биотехнологии и микробиологии, а также посредством внедрения научно-исследовательских работ для получения лучших результатов. Одним из современных разрабатываемых направлений является поиск аналогов сычужного фермента, используемого в сыроделии. Природный сычужный фермент представлен химозином и пепсином. Первый известен своей высокой специфичностью к высвобождению казеиномакропептида из каппа-казеина, что вызывает дестабилизацию мицелл казеина и обеспечивает свертывание молока, тогда как второй гораздо менее специфичен и гидролизует связи с остатками Phe, Tyr, Leu или Val [1]. На мировом рынке пользуются популярностью препараты молокосвертывающего фермента из грибных источников [2]. Грибы относятся к биологическому разнообразию, которое обычно считается безопасным (GRAS), а их внеклеточные ферменты легко восстанавливаются в биопроцессе [3; 4]. Препараты фермента, полученные методом рекомбинантной технологии, имеют ограниченное применение в связи с обеспокоенностью потребителей в отношении генетически модифицированных продуктов. Так, например, Германия, Нидерланды и Франция запрещают использование рекомбинантного телячьего сычужного фермента [5].

Не менее важной проблемой, которая стоит перед любым предприятием перед выпуском готового продукта на рынок, является оптимизация технологического процесса (возможность сократить

расходы и время производства). Постоянно происходит поиск путей для усовершенствования и удешевления уже готовых методик, поиск альтернативных источников более дешевого, но не уступающего по качеству сырья, что позволило бы решить указанные вопросы. В связи с этим ранее нами был проведен подбор условий для поверхностного и глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus* с целью получения молокосвертывающего фермента [6]. В настоящей работе мы предложили метод концентрирования препарата с использованием ионообменника и провели сравнение молокосвертывающей активности нашего препарата с известными импортными аналогами.

Материал и методы. Исходный штамм *Pleurotus ostreatus x floridanus*, гибрид (*P. ostreatus x P. florida*) 462 был предоставлен Государственным научным учреждением «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» из коллекции грибов ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» (С.А. Коваленко). Поверхностное культивирование промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus* проведено, как описано нами ранее в [6], а глубинное культивирование – с использованием картофельно-сахарозной среды, что также подробно представлено в [6]. Для сравнения молокосвертывающей активности полученного нами препарата с известными фирменными аналогами брали следующие препараты, рекомендуемые для производства сыров: «Здоровеево kalase» (производитель Нидерланды) и «Полезная партия» (производитель Россия). Для проведения бэтч-метода использовали ДЕАЕ-сефарозу (Bio-Rad, США). После окончания глубинного культивирования культуральная жидкость отфильтровывалась и смешивалась с ДЕАЕ-сефарозой, уравновешенной 0,2 М ацетатным буфером, pH 4,96. Далее уравновешенный гель смешивали с фильтратом культуральной жидкости в соотношении с учетом емкости сорбента. После получасовой инкубации при температуре 4°C проводили центрифугирование, 10000 об/мин в течение 10 минут (центрифуга TG16G, Китай). Полученный в результате центрифугирования супернатант рассматривался в дальнейшем как целевая несвязавшаяся фракция. Связавшиеся с ионообменником белки экстрагировали поэтапно: на первом этапе с помощью 0,2 М ацетатного буфера с pH 4,96, содержащим 0,5 моля хлористого натрия и на втором этапе – тем же буфером, но содержащим 1 моль хлористого натрия в конечной концентрации. Определение молокосвертывающей активности полученных и фирменных препаратов проводили, как указано в [7].

Активность свертывания молока выражается в единицах Сокслета. Одна единица Сокслета (SU) активности свертывания молока определялась как количество фермента, необходимое для свертывания 1 мл субстрата в течение 40 мин при 35°C. Единицы Сокслета рассчитывали с использованием следующего уравнения:

$$SU/мл = M \times 2400 / E \times t,$$

где M – объем субстрата (мл); E – количество ферментного экстракта (мл); t – время свертывания (сек) [8].

В препарат, полученный на основе культуральной жидкости промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus*, добавляли активатор и консервант (фирма «Ингрибел», Беларусь). Концентрацию белка в фирменных препаратах молокосвертывающего фермента и полученном нами конечном препарате брали приблизительно равной 0,033±0,005 мг/мл. Определение концентрации белка в пробах проводили по методу Брэдфорда [9].

Результаты и их обсуждение. В ходе проведения работы мы пришли к выводу, что для получения молокосвертывающего фермента с наибольшей активностью является целесообразным использование промышленных грибных штаммов, по сравнению с дикими штаммами или плодовыми телами. Так, из работы [2] следует, что молокосвертывающая активность фермента в солевом экстракте, выделенном из плодовых тел *Pleurotus ostreatus*, составляет всего 12,5 ед/мл, в то время как активность неочищенного фермента, полученного в результате глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus*, составила 16,6 ед/мл. Кроме того, несомненным преимуществом является применение именно глубинного культивирования, так как в этом случае можно избежать накопления в конечном продукте солей тяжелых металлов, а также заражения другими бактериальными культурами. К тому же подобный способ накопления исходного продукта признан более экологичным [10].

Для очистки фермента из культуральной жидкости традиционно используется метод высаливания с помощью сульфата аммония или хлорида натрия [8]. После высаливания почти всегда необходимо проводить диализ. Эти этапы часто сопряжены с частичной потерей ферментативной активности и создают сложности при получении препарата в промышленных условиях. Для получения концентрированного препарата обычно применяют процесс лиофилизации, который позволяет сохранить активность

фермента, но зачастую это приводит к большим затратам времени и энергии, что является крайне нежелательным при промышленном производстве, так как не обеспечивает выход продукта в необходимых для предприятия объемах. Поэтому в своей работе мы предприняли попытку концентрирования целевого препарата молокосвертывающего фермента с помощью бэтч-метода с использованием ДЕАЕ-сефарозы. Это позволяет значительно сократить время для концентрирования целевого фермента, что обусловлено связыванием большинства белков (более 50% от всех, наносимых на колонку) с анионообменником. Дополнительным преимуществом данного метода можно считать автоактивацию фермента или ферментов, обладающих молокосвертывающей активностью. Данное явление было обнаружено ранее для ферментного препарата *Pleurotus ostreatus*, содержащего молокосвертывающую активность [11]. Ранее этот метод применялся нами для очистки молокосвертывающего фермента из культуральной жидкости дикого штамма *Pleurotus ostreatus* [12]. В нашем исследовании при проведении бэтч-метода с использованием ДЕАЕ-сефарозы было получено три фракции. Фракция белков, несвязавшихся с анионообменником, и две фракции связавшихся белков, которые перешли в раствор после получасовой инкубации геля с раствором 0,2 М ацетатного буфера, рН 4,96, содержащего 0,5 М и 1 М NaCl соответственно. В супернатанте с 0,5 М хлористым натрием определялись следовые количества молокосвертывающей активности, в то время как в супернатанте с 1 М хлористым натрием молокосвертывающая активность полностью отсутствовала. Это помогло нам предположить, что практически весь фермент сконцентрировался в несвязавшейся фракции. Проверка молокосвертывающей активности в несвязавшейся фракции полностью подтвердила это предположение.

Данные по результатам молокосвертывающей активности, приведенные в работе [12], также позволяют сделать вывод о преимуществе применения промышленного штамма по сравнению с диким, так как активность ферментного препарата промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus* при очистке бэтч-методом достигла 19 ед/мл, в то время как активность ферментного препарата дикого штамма *Pleurotus ostreatus* после аналогичной очистки составила всего 5 ед/мл.

Полученный после концентрирования на ДЕАЕ-сефарозе препарат активировали, добавляли консервант и сравнивали с фирменными препаратами, рекомендуемыми для использования в отечественной молочной промышленности.

Время полного формирования молочных сгустков при применении сравниваемых препаратов следующее: *Pleurotus ostreatus x floridanus* – 3 минуты 10 секунд (63 ед/мл); «Здоровеево kalase» – 1 минута 10 секунд (171 ед/мл); «Полезная партия» – 15 секунд (800 ед/мл).

На рис. представлены полученные молочные сгустки.

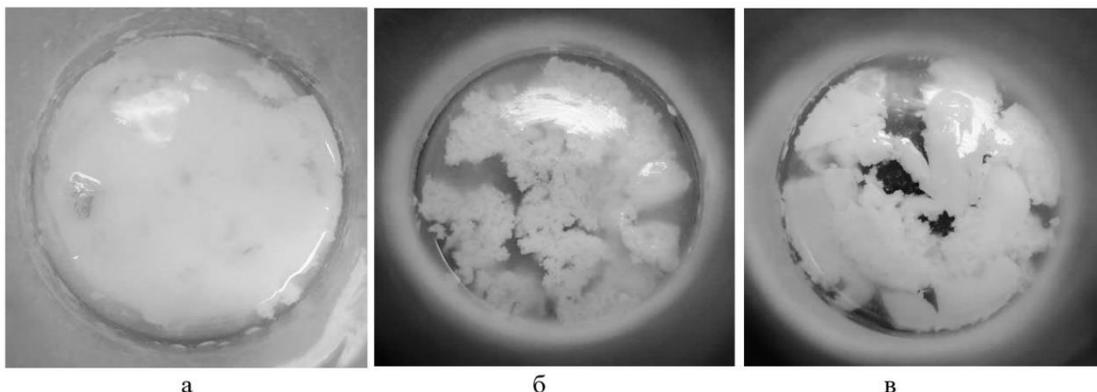


Рис. Сравнение молочных сгустков, полученных при использовании различных препаратов молокосвертывающего фермента (а – *Pleurotus ostreatus x floridanus*, б – «Здоровеево kalase», в – «Полезная партия»)

Заключение. Приведенные данные позволяют заключить, что применение промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus* является более целесообразным для молочного производства, так как при этом наблюдается более высокая исходная молокосвертывающая активность (19 ед/мл), по сравнению с ферментными препаратами, выделенными из культуральной жидкости дикого штамма (5 ед/мл) или из экстракта плодовых тел (12,5 ед/мл).

Также можно сделать вывод о рациональности использования бэтч-метода для концентрирования фермента с целью уменьшения энергетических затрат и получения большего выхода целевого продукта.

По сравнению с фирменными препаратами сгусток, образовавшийся при применении молокосвертывающего фермента *Pleurotus ostreatus x floridanus*, является более плотным, однако молокосвертывающая активность выше у фирменных препаратов (63 ед/мл по сравнению со значениями, полученными для фирменных препаратов: 171 ед/мл и 800 ед/мл). Таким образом, можно сделать вывод, что полученный нами препарат из культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus x floridanus* является хорошим кандидатом в качестве заменителя сычужного фермента теленка после соответствующей доработки. В дальнейших исследованиях будут подобраны питательные среды и технологические условия, обеспечивающие наибольший выход целевого фермента в культуральную жидкость. Необходимо также подобрать и отработать методики, позволяющие получить высокую степень очистки молокосвертывающего фермента без значительной потери его активности. Кроме того, планируется изучение технологической пригодности ферментного препарата из культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus x floridanus* для производства сыра и его влияния на химические, текстурные и органолептические свойства полученного сыра по сравнению с коммерческими коагулянтами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kinetics of peptide fraction release during in vitro digestion of casein / R.A. Agudelo [et al.] // J. Sci. Food Agric. – 2004. – № 84. – P. 325–333.
2. Лебедева, Г.В. Выделение и характеристика фермента сычужного действия из плодовых тел вешенки обыкновенной / Г.В. Лебедева, М.Т. Проскуряков, М.А. Кожухова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 114–115.
3. *Pleurotus albidus*: A new source of milk-clotting proteases / S.R. Martim [et al.] // Afr. J. Microbiol. Res. – 2017. – № 11. – P. 660–667.
4. Yegin, S. A Thermolabile Aspartic Proteinase from *Mucor mucedo* DSM 809: Gene Identification, Cloning, and Functional Expression in *Pichia pastoris* / S. Yegin, M. Fernandez-Lahore // A Mol. Biotechno. – 2013. – № 54. – P. 661–672.
5. Cheese-making with vegetable coagulants the use of *Cynara* L. for the production of ovine milk cheeses // L.B. Roseiro [et al.] // Int. J. Dairy Technol. – 2003. – № 56. – P. 76–85.
6. Подбор условий для поверхностного и глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* с целью получения молокосвертывающего фермента / Д.Д. Жерносеков, Е.Е. Павлова, А.А. Литенкова [и др.] // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2023. – № 4. – С. 11–16.
7. Определение общей молокосвертывающей активности говяжьего сычужного фермента: ГОСТ ISO 11815-2015. – Переизд. 11.2019; введ. 01.01.2017. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 10 с.
8. Purification and characterization of milk-clotting enzyme from edible mushroom *Pleurotus florida* / A. Bakr [et al.] // Letters in Applied NanoBioScience. – 2022. – Vol. 11, № 2. – P. 3362–3373.
9. Bradford, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M.M. Bradford // Anal. Biochem. – 1976. – Vol. 72, № 1-2. – P. 248–254.
10. Кульгавеня, А.Д. О культивировании вешенки обыкновенной / А.Д. Кульгавеня // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XVI Междунар. молодежн. науч.-практ. конф., Пинск, 15 апр. 2022 г.: в 2 ч. / Полес. гос. ун-т; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск, 2022. – Ч. 2. – С. 240–242.
11. Сакович, В.В. Методические рекомендации для получения препарата, обладающего молокосвертывающей активностью из жидкости *Pleurotus ostreatus* / В.В. Сакович, А.М. Груша, Д.Д. Жерносеков // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 9. – С. 63–67.
12. Хроматографическая очистка ферментного препарата из культуральной жидкости *Pleurotus ostreatus* / В.В. Сакович [и др.] // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 467–471.

REFERENCES

1. Kinetics of peptide fraction release during in vitro digestion of casein / R.A. Agudelo [et al.] // J. Sci. Food Agric. – 2004. – № 84. – P. 325–333.
2. Lebedeva G.V., Proskuriakov M.I., Kozhukhova M.A. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeni. Pishchevaya tekhnologiya* [Journal of Higher Education Establishments. Food Technology], 2008, 1, pp. 114–115.
3. *Pleurotus albidus*: A new source of milk-clotting proteases / S.R. Martim [et al.] // Afr. J. Microbiol. Res. – 2017. – № 11. – P. 660–667.
4. Yegin, S. A Thermolabile Aspartic Proteinase from *Mucor mucedo* DSM 809: Gene Identification, Cloning, and Functional Expression in *Pichia pastoris* / S. Yegin, M. Fernandez-Lahore // A Mol. Biotechno. – 2013. – № 54. – P. 661–672.
5. Cheese-making with vegetable coagulants the use of *Cynara* L. for the production of ovine milk cheeses // L.B. Roseiro [et al.] // Int. J. Dairy Technol. – 2003. – № 56. – P. 76–85.
6. Zernosekov D.D., Pavlova E.E., Litenkova A.A. *Vesnik Vitsebskaga dziazhaunaga universiteta* [Bulletin of Vitebsk State University], 2023, 4, pp. 11–16.
7. *Opredeleniye obshchei molokosvertvyayushchei aktivnosti goviazhyego sychuzhnogo fermenta: GOST ISO 11815-2015* [Identification of General Milk-Clotting Activity of Beef Rennet Enzyme: State Standard ISO 11815-2015], Moscow: Standartinform, 2019, 10 p.
8. Purification and characterization of milk-clotting enzyme from edible mushroom *Pleurotus florida* / A. Bakr [et al.] // Letters in Applied NanoBioScience. – 2022. – Vol. 11, № 2. – P. 3362–3373.
9. Bradford, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding / M.M. Bradford // Anal. Biochem. – 1976. – Vol. 72, № 1-2. – P. 248–254.
10. Kulgavenia A.D. *Nauchny potentsial molodezhi – budushchemu Belarusi: materialy XVI Mezhdunar. molodezhn. nauch.-prakt. konf., Pinsk, 15 apr. 2022 g.: v 2 ch.* [Reserch Potential of the Young – for the Future of Belarus: Proceedings of the 16th International Youth Scientific and Practical Conference, Pinsk, April 15, 2022: in 2 Parts], Pinsk, 2022, 2, pp. 240–242.
11. Sakovich V.V., Grusha A.M., Zernosekov D.D. *Veterinarny zhurnal Belarusi* [Veterinary Journal of Belarus], 2018, 9, pp. 63–67.
12. Sakovich V.V. *Vesti Natsiyanalnai akademii navuk Belarusi. Seriya biyalagichnykh navuk* [Journal of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological Sciences], 2019, 64(4), pp. 467–471.

Поступила в редакцию 11.03.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: chemikdd@mail.ru – Жерносеков Д.Д.

УДК 543.544.5.068.7:543.51:[615.281:615.282]:615.322

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ РОДА *SATUREJA*

Е.В. Феськова*, Д.А. Палишкина*, О.С. Игнатовец*, В.Н. Леонтьев*,
И.Н. Тычина**, Т.В. Гиль**

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

**ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

Chaiber горный (*Satureja montana* L.) и *чабер* садовый (*Satureja hortensis* L.) – представители семейства Яснотковые, содержащие в своем составе ряд биологически активных веществ (терпеноиды, фенолы и флавоноиды, дубильные вещества, стероиды, кислоты и др.), что обуславливает их фармацевтический потенциал.

Цель исследования – идентификация фенольных соединений водно-спиртовых экстрактов растений рода *Satureja* из коллекции ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ЦБС) и анализ их антимикробной активности.

Материал и методы. Объектом исследования являлись растения *Satureja montana* L. и *Satureja hortensis* L., культивируемые в ЦБС. Анализ биологически активных веществ экстрактов анализируемых растений проводили методом хромато-масс-спектрометрии. Антимикробную активность определяли методом диффузии водно-этанольных растворов фенольных соединений в агар.

Результаты и их обсуждение. На основании спектроскопического и масс-спектрометрического анализов в экстрактах, полученных из исследуемых видов *Satureja*, удалось идентифицировать четыре флавоноида и розмариновую кислоту. Установлено, что водно-этанольный экстракт *чабера* садового проявляет незначительное ингибирующее действие по отношению к *Salmonella alony* и *Clostridium* sp. при концентрации более 20 мг/мл, а по отношению к *Candida albicans*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* Hfr H2 антимикробной активности не выявлено. Экстракты *чабера* садового подавляли рост бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, начиная с концентрации 10 мг/мл. Наиболее выраженное ингибирующее действие экстракта фенольных соединений *чабера* горного наблюдалось в отношении *Bacillus subtilis* и *Clostridium* sp., в то время как грамотрицательные бактерии и дрожжеподобные грибы были к нему не чувствительны.

Заключение. Проведенные исследования подтверждают возможность использования растений рода *Satureja* при разработке функциональных пищевых добавок, а также в составе комплексных лекарственных препаратов с антибактериальной активностью.

Ключевые слова: *чабер*, флавоноиды, электронный и масс-спектр, розмариновая кислота, антимикробная активность.

COMPONENT COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF GENUS *SATUREJA* PLANT EXTRACTS

E.V. Feskova*, D.A. Palishkina*, O.S. Ignatovets*, V.N. Leontiev*, I.N. Tychina**, T.V. Gil**

*Education Establishment “Belarusian State Technological University”

**State Science Establishment “Central Botanical Gardens
of the National Academy of Sciences of Belarus”

Satureja montana L. and *Satureja hortensis* L. are representatives of the Lamiaceae family, containing a number of biologically active substances (terpenoids, phenols and flavonoids, tannins, steroids, acids, etc.), which determines their pharmaceutical potential.

The aim of the study is to identify phenolic compounds of aqueous-alcoholic extracts obtained from plants of the genus *Satureja* from the collection of the State Science Establishment “Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus” (CBG) and to analyze their antimicrobial activity.

Material and methods. The objects of the study were *Satureja montana* L. and *Satureja hortensis* L. plants cultivated in the CBG. The identification of biologically active substances of the extracts of the analyzed plants was carried out by the method of chromatography-mass spectrometry. Antimicrobial activity was identified by the method of diffusion of water-ethanol solutions of phenolic compounds in agar.

Findings and their discussion. Based on spectroscopic and mass spectrometric analyses, four flavonoids and rosmarinic acid were identified in the extracts obtained from the studied *Satureja* species. It was found out that the aqueous-ethanol extract of *Satureja hortensis* L. exhibited a slight inhibitory effect on *Salmonella alony* and *Clostridium* sp. at a concentration of more than 20 mg/ml, and no antimicrobial activity was detected against *Candida albicans*, *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli* Hfr H2. Extracts obtained from

Satureja hortensis L. inhibited the growth of *Pseudomonas aeruginosa*, starting from a concentration of 10 mg/ml. The most pronounced inhibitory effect of the extract of phenolic compounds of *Satureja montana* L. was observed in relation to *Bacillus subtilis* and *Clostridium* sp, while in relation to gram-negative bacteria and yeast-like fungi, antimicrobial activity was not detected.

Conclusion. The conducted studies confirm the possibility of using plants of the genus *Satureja* in the development of functional food additives, as well as in the composition of complex medicinal preparations with antibacterial activity.

Key words: savory, flavonoids, electronic and mass spectrum, rosmarinic acid, antimicrobial activity.

Растения, помимо первичных метаболитов (углеводов, аминокислот, жирных кислот, хлорофиллов, цитохромов, нуклеотидов и т.д.), содержат обширную группу веществ, называемых вторичными метаболитами (не участвуют в основном обмене). В отличие от первичных, которые присутствуют во всех растительных клетках, вторичные метаболиты могут быть специфичны для одного или нескольких видов растений [1; 2]. Некоторые вторичные метаболиты не накапливаются в растениях, а сразу после образования в клетках быстро расходуются биосинтетическим аппаратом, другие же, наоборот, имеют очевидную тенденцию к накоплению, что дает основания рассматривать вырабатывающие их лекарственные растения в качестве источников получения этих веществ [2].

В настоящее время известно более десятка классов вторичных метаболитов, наиболее многочисленными из которых являются изопреноиды, фенольные соединения и алкалоиды [1; 2].

Фенольные соединения представляют собой вещества ароматической природы, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, образуются в каждом растении и присутствуют в разных органах и тканях (корень, стебли, листья, цветы, плоды, семена). Отличительная их черта – формирование большого числа соединений за счет модификаций молекулы и образования конъюгатов с разнообразными веществами (характерно образование гликозидов, метилирование и метоксилирование) [1].

Фенольные соединения можно разделить на простые (содержат одну фенольную единицу (или ее производное)) и полифенольные соединения. К простым фенольным соединениям относятся бензодиолы, фенольные кислоты (гидроксibenзойные и гидроксикоричные), кумарины, а к полифенольным – флавоноиды (флавоны, флавонолы, флаваноны, изофлавоны, халконы, антоцианы), танины, стильбены и лигнаны [1; 3].

Флавоноиды известны как наиболее многочисленная и важная группа фенольных соединений, они обладают антиоксидантными, противовоспалительными, антимутагенными и антиканцерогенными свойствами, являются мощными ингибиторами таких ферментов, как ксантиноксидаза, циклооксигеназа, липоксигеназа и фосфоинозитид-3-киназа [4; 5]. Флавоноиды содержатся в разных органах растений (чаще в цветках, листьях и плодах, в меньшем количестве – в стеблях и подземных органах). Данный класс соединений широко распространен в природе, они присутствуют почти во всех высших растениях. Особенно богаты флавоноидами представители семейств розоцветные (*Rosales*), бобовые (*Fabaceae*), гречишные (*Polygonaceae*), астровые (*Asteraceae*) и яснотковые (*Lamiaceae*) [1].

Одним из представителей семейства яснотковых является род Чабер (*Satureja*), особенно выделяются виды чабер горный (*Satureja montana* L.) и чабер садовый (*Satureja hortensis* L.). Наиболее часто используемый чабер горный признан ценным ароматическим растением. Основными биологически активными соединениями, обнаруженными в его химическом составе и обуславливающими его биологическое, терапевтическое и фармацевтическое действие, выступают терпеноиды, фенолы и флавоноиды. Экстракты *Satureja montana* L. обладают антиоксидантными, противовоспалительными, антипролиферативными, противомикробными свойствами и активностью против вируса ВИЧ [6].

Чабер садовый (*Satureja hortensis* L.) широко распространен в Балканском регионе. Основными биологически активными веществами чабера садового являются эфирное масло, фенольные соединения, флавоноиды, дубильные вещества, стероиды, кислоты, камеди, слизь и пирокатехины. Такой состав обуславливает антиоксидантные, противомикробные и противовоспалительные свойства *Satureja hortensis* L. [7].

Цель исследования – идентификация фенольных соединений водно-спиртовых экстрактов растений рода *Satureja* из коллекции ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ЦБС) и анализ их антимикробной активности.

Материал и методы. Объект исследования: надземная часть растений *Satureja montana* L. и *Satureja hortensis* L., культивируемых в ЦБС. Сбор сырья осуществляли в сентябре 2023 года в фазу созревания семян.

Экстракцию фенольных соединений из растений рода чабер проводили 70%-ным этиловым спиртом в течение 30 мин при температуре 65°C. Соотношение сырье : экстрагент составляло 1 : 50. После завершения экстракции образцы фильтровали через бумажные фильтры. Отфильтрованные экстракты упаривали на роторном испарителе (IKA RV 8, Германия) до постоянной массы.

Перед хроматографическим анализом навески высушенных экстрактов растворяли в 1 мл подвижной фазы.

Экстракты анализировали при помощи хромато-масс-спектрометра (Waters, США) с использованием колонки Symmetry C₁₈ 250×4,6 мм, 5 мкм (Waters, США). Регистрацию хроматографического разделения осуществляли с применением диодно-матричного детектора в диапазоне длин волн 200–790 нм и масс-детектора с электроспреей ионизацией (ESI). В качестве подвижной фазы использовали смесь ацетонитрила и воды с 0,1% муравьиной кислоты в соотношении 20 : 80 в изократическом режиме при скорости элюирования 1 мл/мин.

Регистрацию масс-спектров производили в области отрицательных ((ESI)⁻) и положительных ((ESI)⁺) ионов. Параметры масс-спектрометрии были следующими: напряжение на капилляре – 3 кВ, напряжение на конусе – 25 В, напряжение на экстракторе – 3 В, температура десольватации – 400°C, температура источника – 130°C, общий расход инертного газа (азота) – 400 л/час.

Обработку результатов осуществляли при помощи программного обеспечения «Mass Lynx».

Идентификацию соединений проводили на основании масс- и электронных спектров, а также сравнением с литературными данными.

Антимикробную активность определяли методом диффузии водно-этанольных растворов фенольных соединений в агар (диффузионный метод – метод бумажных дисков). В качестве тест-культур использовали санитарно-показательные микроорганизмы: *Salmonella alony*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium* sp., *Escherichia coli* Hfr H2, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* (коллекция микроорганизмов кафедры биотехнологии БГТУ). Суточную культуру микроорганизмов (0,1 мл) распределяли шпателем по поверхности подсушенной плотной питательной среды в чашке Петри. На поверхности засеянных сред на расстоянии 1,5–2,0 см от края чашки на равном удалении друг от друга раскладывали стерильные бумажные диски диаметром 0,6 см. На диски наносили по 10 мкл экстрактов различной концентрации, инкубировали в термостате при 30°C в течение 24 ч. По завершении инкубирования измеряли диаметр зон ингибирования роста тест-культур. В качестве контроля использовали раствор 70%-ного этилового спирта.

Все эксперименты выполняли в трехкратной повторности. Для статистической обработки полученных результатов применяли программу Microsoft Office Excel 2016. Результаты представлены в виде среднего значения ± доверительный интервал.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 приведены хроматограммы экстрактов анализируемых видов *Satureja*.

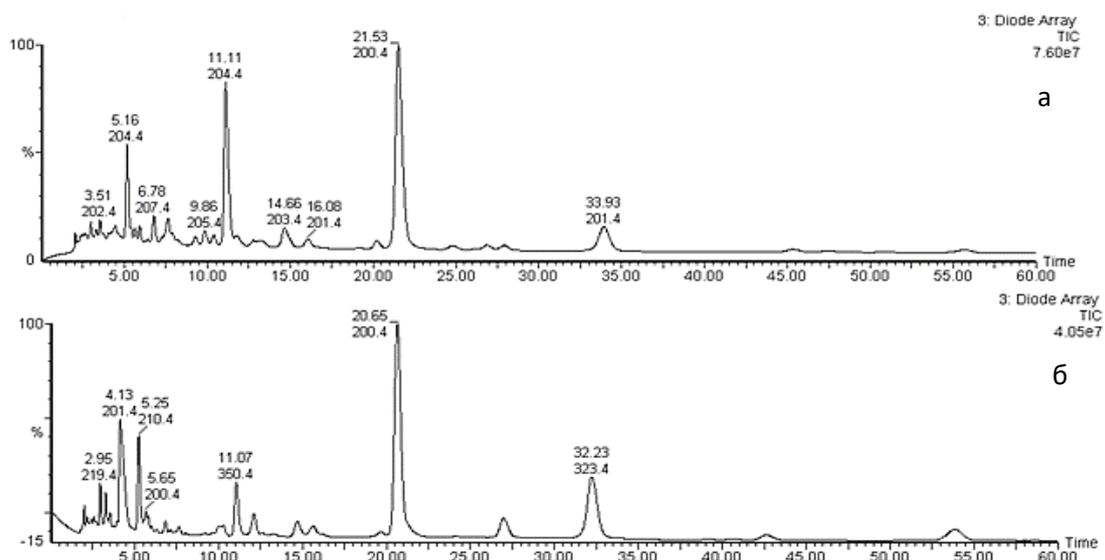


Рис. 1. Хроматограммы экстрактов растений рода *Satureja*: а) *Satureja hortensis* L., б) *Satureja montana* L.

На основании спектроскопического и масс-спектрометрического анализов в экстрактах, полученных из исследуемых видов *Satureja*, удалось идентифицировать четыре флавоноида (табл. 1).

Таблица 1

Флавоноиды, обнаруженные в экстрактах из растений рода *Satureja*

№ п/п	Время удерживания, мин (<i>Satureja hortensis</i> L. / <i>Satureja montana</i> L.)	(ESI) ⁻ m/z	(ESI) ⁺ m/z	Максимум поглощения, нм
1	5,16 / 5,25	637,75 [M-H] ⁻	639,68 [M+H] ⁺ 287,60 [M+H-2×глюкуроид] ⁺	254, 347
2	11,11 / 11,07	461,64 [M-H] ⁻ 285,61 [M-H-глюкуроид] ⁻ 923,75 [2M-H] ⁻	463,57 [M+H] ⁺ 287,53 [M+H-глюкуроид] ⁺	266, 344
3	20,25 / 19,66	445,69 [M-H] ⁻ 269,58 [M-H-глюкуроид] ⁻	447,62 [M+H] ⁺ 271,45 [M+H-глюкуроид] ⁺	266, 331
4	55,65 / 53,93	591,68 [M-H] ⁻ 283,68 [M-H-рутиноза] ⁻	593,94 [M+H] ⁺ 285,61 [M+H-рутиноза] ⁺	266, 327
<p>Предполагаемые соединения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диглюкуроид лютеолина (M=C₂₇H₂₆O₁₈, молекулярная масса 638,5 г/моль). 2. Моноглюкуроид лютеолина (M=C₂₁H₁₈O₁₂, молекулярная масса 462,4 г/моль). 3. Моноглюкуроид апигенина (M=C₂₂H₁₈O₁₁, молекулярная масса 446,4 г/моль). 4. Рутинозид акацетина (M=C₂₈H₃₂O₁₄, молекулярная масса 592,5 г/моль). 				

Анализируя электронные спектры соединений 1–4, сделали вывод, что они являются флавонами, для которых в УФ-спектре характерны две интенсивные полосы поглощения: 320–380 нм в длинноволновой области и в коротковолновой – 240–270 нм [8].

В масс-спектре соединения 1 наблюдаются молекулярные ионы с m/z 637,75 и 639,68 в области отрицательных и положительных ионов соответственно, что предположительно соответствует молекулярному иону диглюкуроида лютеолина (C₂₇H₂₆O₁₈). Также в области положительных ионов для данного соединения детектируется молекулярный ион с m/z 287,60, который относится к агликону данного соединения, т.е. лютеолину.

В масс-спектре соединения 2 наблюдаются молекулярные ионы с m/z 461,64 и 463,59 в области отрицательных и положительных ионов соответственно, что характерно для молекулярного иона моноглюкуроида лютеолина (C₂₁H₁₈O₁₂). Как и в случае соединения 1, в области положительных ионов обнаруживается молекулярный ион с m/z 287,53, который является агликоном данного соединения, т.е. лютеолином.

Для соединения 3 в масс-спектре в области отрицательных и положительных ионов присутствуют молекулярные ионы с m/z 445,69 и 447,62 соответственно, относящиеся к моноглюкуроида апигенина (C₂₂H₁₈O₁₁), и молекулярные ионы с m/z 269,58 и 271,45, которые соответствуют агликону данного соединения – апигенину.

В масс-спектре соединения 4 в области отрицательных ионов наблюдается молекулярный ион с m/z 591,68, а в области положительных – ионов молекулярный ион с m/z 593,94, что соответствует молекулярному иону рутинозида акацетина (C₂₈H₃₂O₁₄). Также в области отрицательных и положительных ионов обнаруживаются молекулярные ионы с m/z 283,68 и 285,61 соответственно, которые относятся к агликону предполагаемого соединения (акацетину).

На рис. 2 представлены электронный и масс-спектры соединения с временем удерживания 21,53 мин (на примере хроматограммы экстракта, полученного из *Satureja hortensis* L.).

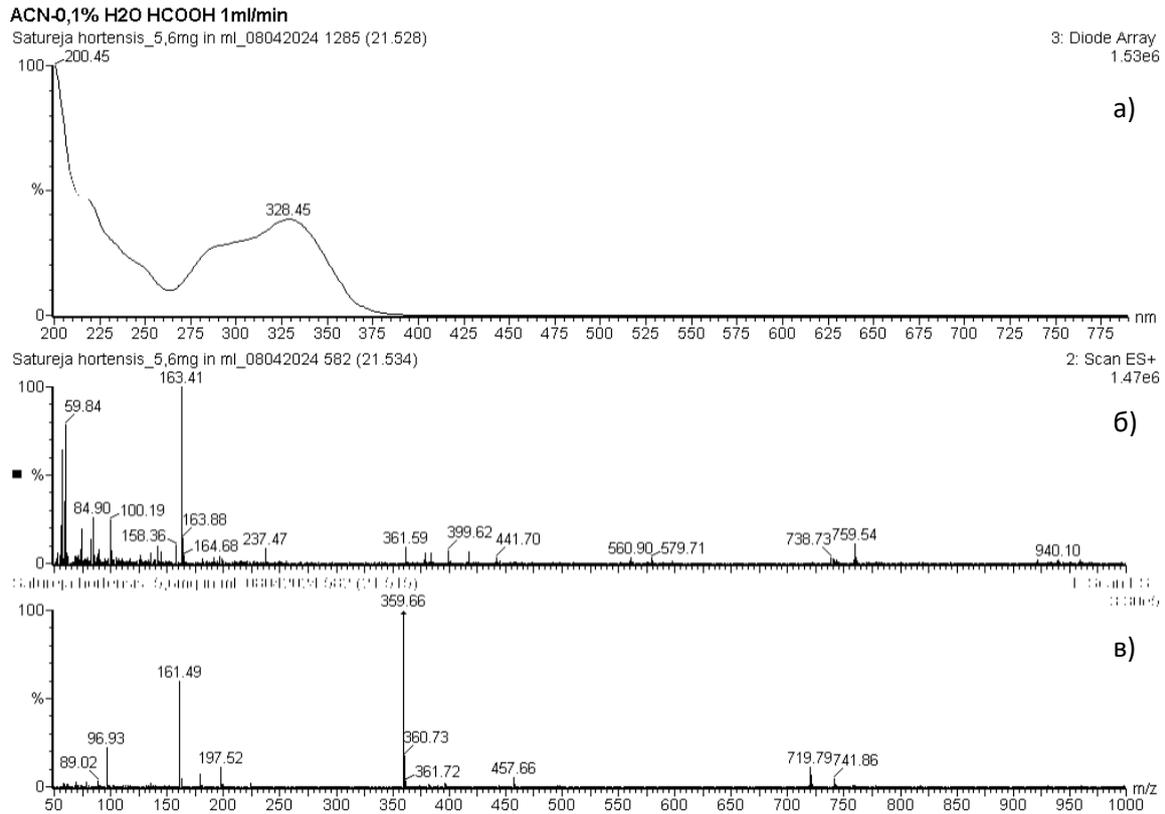


Рис. 2. Электронный и масс-спектры соединения с временем удерживания 21,53 мин:
 а) электронный спектр; б) масс-спектр в области положительных ионов;
 в) масс-спектр в области отрицательных ионов

Соединение с временем удерживания 21,53 мин имеет максимумы поглощения при 220 и 328 нм, что характерно для розмариновой кислоты [9].

Молекулярная масса розмариновой кислоты составляет ($C_{18}H_{16}O_8$) 360,32 г/моль и в масс-спектре соединения с временем удерживания 21,53 мин в области положительных ионов (рис. 2 б) наблюдается молекулярный ион с m/z 361,59, соответствующий $[M+H]^+$, и в области отрицательных ионов (рис. 2 в) – молекулярный ион с m/z 359,66, соответствующий $[M-H]^-$. Также в масс-спектре в области отрицательных ионов наблюдается молекулярный ион с m/z 719,79, соответствующий $[2M-H]^-$, и молекулярные ионы с m/z 161,49 и 197,52, соответствующие $[M-C_9H_{10}O_5-H]^-$ и $[M-C_9H_6O_3-H]^-$, а в области положительных ионов – молекулярный ион с m/z 163,41, относящийся к $[M-C_9H_{10}O_5+H]^+$ [10].

Фрагментация розмариновой кислоты (на примере области отрицательных ионов) представлена на рис. 3 [11].

Таким образом, на основании анализа электронного и масс-спектров сделали вывод, что соединение с временами удерживания 21,53 и 20,65 мин на хроматограммах экстрактов, полученных из *Satureja hortensis* L. и *Satureja montana* L. соответственно (рис. 1), является розмариновой кислотой.

Из хроматограмм (рис. 1) видно, что розмариновая кислота представляет собой основной компонент водно-этанольных экстрактов исследуемых видов *Satureja*.

Розмариновая кислота – природное фенольное соединение, которое обычно встречается в растениях семейства *Lamiaceae*. В экспериментах было показано, что она проявляет различные фармакологические свойства: антиоксидантные, противовоспалительные (основаны на ингибировании ферментов липоксигеназ и циклооксигеназ), антимуtagenные, антибактериальные, антихолинэстеразные, противоопухолевые, гепато- и кардиопротекторные, противовирусные и др. [9; 11]. В модельных экспериментах на животных установлено, что розмариновая кислота улучшает как чувствительность к инсулину, так и усвоение глюкозы [11]. Также растет число исследований, посвященных синергетическому действию розмариновой кислоты и различных синтетических антибиотиков, анализируются потенциальные источники данного соединения [12].

Розмариновая кислота: $m/z = 359,66$ ($[M-H]^-$)

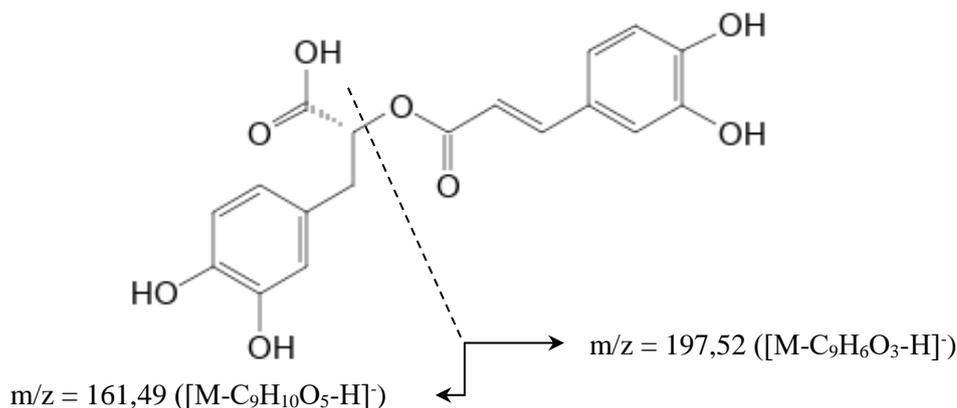


Рис. 3. Фрагментация розмариновой кислоты ((ESI)⁻)

Результаты по определению антимикробной активности фенольных соединений водно-этанольных экстрактов, полученных из исследуемых видов *Satureja*, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Диаметр зон ингибирования роста тест-культур экстрактами фенольных соединений *Satureja hortensis* L. и *Satureja montana* L., мм

Тест-культуры	Концентрация фенольных соединений, мг/мл		
	10 мг/мл	15 мг/мл	20 мг/мл
	<i>Satureja hortensis</i> L. / <i>Satureja montana</i> L.		
<i>Salmonella alony</i>	<10 / <10	<10 / <10	12±1 / <10
<i>Bacillus subtilis</i>	<10 / 13±1	<10 / 13±1	<10 / 13±1
<i>Clostridium sp.</i>	<10 / <10	12±1 / <10	12±1 / 13±1
<i>Escherichia coli</i> Hfr H2	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14±1 / <10	13±1 / <10	13±1 / <10
<i>Candida albicans</i>	<10 / <10	<10 / <10	<10 / <10

Исходя из результатов, приведенных в табл. 2, можно сделать вывод, что водно-этанольный экстракт из наземной массы *Satureja hortensis* L. проявляет незначительное ингибирующее действие на рост некоторых грамположительных и грамотрицательных бактерий при концентрации более 20 мг/мл (*S. alony*, *Clostridium sp.*), а по отношению к дрожжеподобным грибам *C. albicans* и бактериям *B. subtilis* и *E. coli* Hfr H2 антимикробной активности не установлено. В то же время экстракты, полученные из *Satureja hortensis* L., подавляли рост бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, начиная с концентрации 10 мг/мл.

Наиболее выраженное ингибирующее действие экстракта фенольных соединений *Satureja montana* L. наблюдалось в отношении грамположительных бактерий *Bacillus subtilis* и *Clostridium sp.*, в то время как в отношении грамотрицательных бактерий и дрожжеподобных грибов антимикробная активность не выявлена. Данный факт может объясняться как строением клеточной стенки указанных микроорганизмов, так и компонентным составом фенольных соединений рода *Satureja*. По литературным данным, высокая антимикробная активность характерна для розмариновой кислоты [12], которая является доминирующим флавоноидом в составе водно-спиртового экстракта исследуемых растений. Предположительно, механизм антимикробного действия указанного соединения заключается в разрушении мембран и нарушении деятельности митохондрий бактерий. Однако исследуемый водно-спиртовой экстракт чабера содержит и другие фенольные соединения, которые могут как усиливать антимикробное действие розмариновой кислоты, так и снижать ее активность. С этой точки зрения, необходимы дополнительные исследования, направленные на выделение обогащенной фракции и анализ ее антимикробной активности.

Заключение. Применяя метод ВЭЖХ-МС, в водно-спиртовых экстрактах *Satureja hortensis* L. и *Satureja montana* L. удалось идентифицировать флавоны (моно- и диглюкуронид лутеолина, моноглюкуронид апигенина и рутинозид акацетина), а также розмариновую кислоту.

Для уточнения результатов, а также для установления количественного содержания необходимо провести анализ компонентного состава экстрактов, полученных из исследованных видов *Satureja*, с использованием стандартных веществ идентифицированных соединений.

Проведенные исследования подтверждают возможность использования растений рода *Satureja* при разработке функциональных пищевых добавок, а также в составе комплексных лекарственных препаратов с антибактериальной активностью.

Выполнение работы финансировалось в рамках НИР «Идентификация и анатомо-терапевтическо-химическая классификация биологически активных соединений коллекции лекарственных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси» ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорганическая химия», № госрегистрации в ГУ «БелИСА» 20211495 от 21.05.2021.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы биохимии вторичного обмена растений: учеб.-метод. пособие / Г.Г. Борисова, А.А. Ермошин, М.Г. Малева, Н.В. Чукина; под общ. ред. Г.Г. Борисовой. – М-во образования и науки Рос. Федер., Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 128 с.
2. Карпук, В.В. Фармакогнозия: учеб. пособие / В.В. Карпук. – Минск: БГУ, 2011. – 340 с.
3. Al Mamari, H.H. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis / H.H. Al Mamari // Intechopen.com. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/77604> (date of access: 29.07.2024).
4. Panche, A.N. Flavonoids: an overview / A.N. Panche, A.D. Diwan, S.R. Chandra // Journal of Nutritional Science. – 2016. – Vol. 5. – e47.
5. Flavonoids: structure-function and mechanisms of action and opportunities for drug development / S. Safe [et al.] // Toxicological Research. – 2021. – Vol. 37, № 2. – P. 147–162.
6. Phytochemical constituents, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products. A comprehensive review / K. Alirezalu [et al.] // Trends in Food Science and Technology. – 2020. – Vol. 100. – P. 292–306.
7. A comparative study on the biological activity of essential oil and total hydro-alcoholic extract of *Satureja hortensis* L. / R. Popovici [et al.] // Experimental and Therapeutic Medicine. – 2019. – Vol. 18, № 2. – P. 932–942.
8. Фитохимический анализ растительного сырья, содержащего флавоноиды / Иркут. гос. мед. ун-т. – URL: https://irkgmu.ru/src/downloads/346ae99c_metodicheskoe_posobie_po_flavonoidam.pdf (дата обращения: 15.07.2024).
9. A new rapid spectrophotometric method to determine the rosmarinic acid level in plant extracts / M. Öztürk [et al.] // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 123, № 4. – P. 1352–1356.
10. Showing metabocard for Rosmarinic acid (HMDB0003572) [Electronic resource] // The Human Metabolome Database (HMDB). – URL: <https://hmdb.ca/metabolites/HMDB0003572#spectra> (date of access: 15.07.2024).
11. Characterization of the metabolites of rosmarinic acid in human liver microsomes using liquid chromatography combined with electrospray ionization tandem mass spectrometry / J. Su [et al.] // Biomedical Chromatography. – 2020. – Vol. 34, № 4. – e4806.
12. Application of Rosmarinic Acid with Its Derivatives in the Treatment of Microbial Pathogens / O.-N. Kernou [et al.] // Molecules. – 2023. – Vol. 28(10), 4243.

REFERENCES

1. Borisova G.G., Ermoshin A.A., Maleva M.G., Chukina N.V. *Osnovy biokhimii vtorichnogo obmena rastenii: ucheb.-metod. posobiye* [Fundamentals of biochemistry of secondary plant metabolism: manual]. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2014, 128 p.
2. Karpuk V.V. *Farmakognosiya: ucheb. posobiye* [Pharmacognosy: manual]. Minsk: BGU, 2011, 340 p.
3. Al Mamari H.H. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis. Phenolic Compounds – Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications, 2021. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/77604> (date of access: 29.07.2024).
4. Panche A.N., Diwan A.D., Chandra S.R. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science, 2016, Vol. 5, e47.
5. Safe S. [et al.] Flavonoids: structure-function and mechanisms of action and opportunities for drug development. Toxicological Research, 2021, vol. 37(2), P. 147–162.
6. Alirezalu K. [et al.] Phytochemical constituents, advanced extraction technologies and techno-functional properties of selected Mediterranean plants for use in meat products. A comprehensive review. Trends in Food Science and Technology, 2020, vol. 100, P. 292–306.
7. Popovici R. [et al.] A comparative study on the biological activity of essential oil and total hydro-alcoholic extract of *Satureja hortensis* L. Experimental and Therapeutic Medicine, 2019, vol. 18(2), P. 932–942.
8. *Fitokhimicheski analiz rastitel'nogo syrya, sodержashchego flavonoidy* [Phytochemical analysis of plant materials containing flavonoids]. URL: https://irkgmu.ru/src/downloads/346ae99c_metodicheskoe_posobie_po_flavonoidam.pdf (date of access: 15.07.2024).
9. Öztürk M. [et al.] A new rapid spectrophotometric method to determine the rosmarinic acid level in plant extracts. Food Chemistry, 2010, vol. 123(4), P. 1352–1356.
10. Showing metabocard for Rosmarinic acid (HMDB0003572). URL: <https://hmdb.ca/metabolites/HMDB0003572#spectra> (date of access: 15.07.2024).
11. Su J. [et al.] Characterization of the metabolites of rosmarinic acid in human liver microsomes using liquid chromatography combined with electrospray ionization tandem mass spectrometry. Biomedical Chromatography, 2020, vol. 34(4), e4806.
12. Kernou O.-N. [et al.] Application of Rosmarinic Acid with Its Derivatives in the Treatment of Microbial Pathogens. Molecules, 2023, vol. 28(10), 4243.

Поступила в редакцию 27.01.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: lena.feskova@mail.ru – Феськова Е.В.

ИНВАЗИЯ ТОПИНАМБУРА В ЗАПАДНЫХ РАЙОНАХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

И.М. Морозова, Ю.И. Высоцкий

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

*В статье указаны сведения о местах произрастания топинамбура (*Heliánthus tuberósus* L.) в Витебской области, описываются очаги инвазии данного вида.*

Цель исследования – изучение распространения некоторых инвазийных популяций топинамбура на территории Браславского, Поставского и Полоцкого районов Витебской области.

Материал и методы. *Материалом послужили некоторые популяции топинамбура, произрастающие в западных районах Витебской области.*

Обследование региона проводилось детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации, обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования.

Результаты и их обсуждение. *Авторами представлены результаты исследования произрастания инвазивных популяций топинамбура в западных районах Витебской области. Сделано описание обнаруженных популяций и очагов инвазии топинамбура. Создана картографическая база распространения инвазии топинамбура в программах OziExplorer и Google Планета Земля.*

Заключение. *Зафиксированы координаты 11 мест произрастания топинамбура, из них 5 мест культивирования растений. Аг. Друя и г.п. Видзы являются очагами начального распространения инвазии топинамбура.*

Ключевые слова: *топинамбур, инвазия, сельскохозяйственная культура, чужеродный вид, GPS-навигация, ГИС-технология, места произрастания.*

JERUSALEM ARTICHOKE INVASION IN WESTERN AREAS OF VITEBSK REGION

I.M. Morozova, Yu.I. Vysotsky

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

*The article provides information on the growth sites of Jerusalem artichoke (*Heliánthus tuberósus* L.) in Vitebsk Region, and describes the foci of invasion of this species.*

The research purpose is to study the distribution of some invasive populations of Jerusalem artichoke in Braslav, Postavy and Polotsk Districts of Vitebsk Region.

Material and methods. *The material was some populations of Jerusalem artichoke growing in the western districts of Vitebsk Region.*

The region was surveyed using a detailed route method with GPS navigation; the results were processed using GIS technologies and GIS mapping.

Findings and their discussion. *The authors present the results of a study of the growth of invasive populations of Jerusalem artichoke in the western districts of Vitebsk Region. A description is made of the found Jerusalem artichoke populations and invasion foci. A map base is made of Jerusalem artichoke invasion spread in OziExplorer and Google Planet Earth.*

Conclusion. *The coordinates of 11 Jerusalem artichoke growing areas were recorded, including 5 plant cultivation areas. Agrarian settlement Druya and settlement. Vidzy are the foci of the initial spread of Jerusalem artichoke invasion.*

Key words: *Jerusalem artichoke, invasion, agricultural crop, alien species, GPS navigation, GIS technologies, growth areas.*

Распространение и внедрение чужеродных видов в естественные экосистемы является существенной глобальной проблемой трансформации растительности на Земле. Инвазии растений влияют на биоразнообразие фитоценозов, изменяют функционирование естественных экосистем, состав местной флоры и растительности, преобразуют целые регионы, а также могут наносить значительный экономический ущерб [1–3].

«Черная книга флоры Беларуси...» содержит описание 52 видов наиболее вредоносных чужеродных сосудистых растений, активно внедряющихся во флористический состав республики. Среди указанных видов присутствует *Helianthus tuberosus* L. – топинамбур, имеющий несколько названий: подсолнечник клубненосный, земляная груша, солнечный корень, иерусалимский артишок. Он относится к семейству Сложноцветные [4].

Топинамбур, обладающий лечебными и яркими вкусовыми свойствами, известен человечеству более 4 тысяч лет. Родина его Северная Америка. Как пищевая и фуражная культура, он завезен в Европу в XVII веке, а широкое распространение получил со второй половины XIX столетия. В России топинамбур начали выращивать в начале XIX века.

По данным Европейской и средиземноморской организации по защите растений топинамбур представлен как карантинный вид растения. В настоящее время, в основном, топинамбур произрастает в диком виде как типичный сорняк на территории Европы, России, а также Беларуси [4].

Интродукция топинамбура в Республике Беларусь проводилась достаточно давно: еще до Великой Отечественной войны и в 1950–1960-е годы. Исследования осуществлялись по всей Беларуси, в частности в ЦБС НАН Беларуси, и, конечно, в хозяйствах Витебской области. Сейчас в центре внимания отечественных ученых находится изучение биохимического состава листьев, надземной массы и клубней различных сортов и сортообразцов топинамбура [5]. Его как сельскохозяйственную и пищевую культуру возделывают в некоторых хозяйствах Гродненской и Минской областей.

На территории Витебщины топинамбур растет на заброшенных полях и по краю полей, по залежам, пустырям, на садоводческих участках, вдоль дорог. Сейчас в области он выращивается как пищевая и сельскохозяйственная культура только на приусадебных участках. Культивирование топинамбура в хозяйствах Придвинского региона за последние 30 лет не происходило. Топинамбур (земляная груша) нетребовательное, многолетнее травянистое растение, которое имеет прямостоячий, зеленый, иногда с фиолетовым оттенком стебель высотой от 2 до 4 метров, образуя до 25 боковых побегов. Листья овальной формы, достаточно большие, шероховатые. Под землей стебель ветвится, образуя столоны, которые заканчиваются клубнями. В зависимости от сорта клубни имеют белую, желтую, фиолетовую окраску, с красным, светло-коричневым и другими оттенками.

Топинамбур – растение очень холодостойкое и морозостойкое, а также устойчиво к непродолжительным засухам и относительно легко переносит высокие температуры воздуха. Кроме того, предпочитает хорошую освещенность, плодородные земли, но может расти и на бедных почвах, за исключением сильнокислых и заболоченных. Песчаные, супесчаные и легкосуглинистые почвы наиболее благоприятны для роста и развития топинамбура [6]. В научной литературе указано, что это растение является одной из высокоурожайных кормовых, пищевых культур, для которой свойственна высокая биологическая продуктивность (ценность представляет надземная часть (зеленая масса) и подземная часть (клубни)), к тому же топинамбур ценный медонос. Биохимический состав зеленой массы, клубней топинамбура достаточно уникален. В последних обнаружены такие витамины, как В₁, В₂, С, РР, каротиноиды, различные минеральные элементы. Топинамбур содержит железо, калий, кальций, магний, натрий, фтор и другие элементы. В его надземных и подземных органах имеется белок, который характеризуется высокой питательностью, так как в его аминокислотный состав входят лизин, аргинин, валин, гистидин, лейцин. Высоко содержание растворимых сахаров (фруктозы, глюкозы), целлюлозы, гемицеллюлоз, пектинов, лигнина, а также органических кислот, жиров [5; 6]. В клубнях накапливается много инулина, фруктозы, что, несомненно, дает возможность использовать исследуемую культуру как ценный пищевой продукт, снижающий уровень глюкозы в крови. Показано, что топинамбур считается одним из основных источников инулина. Фруктоза, полученная из клубней топинамбура, используется в диетическом питании, медицине, промышленности. В фитотерапии инулин рассматривается как натуральный компонент, оказывающий положительное влияние на организм человека и снижающий содержание сахара и холестерина в крови, поэтому применяется при лечении больных сахарным диабетом и болезнью сердечно-сосудистой системы [7]. Кроме того, по мнению К.П. Данилова, «топинамбур обладает средообразующим и ресурсовосстанавливающим потенциалом, в том числе использует труднодоступные элементы питания, повышает плодородие почв» [9].

Таким образом, благодаря своему уникальному биохимическому составу, а также биологическим особенностям топинамбур находит широкое применение в самых разных отраслях.

Показано, что в связи с интродукцией сельскохозяйственных культур наблюдается их быстрое распространение. Известно, что определение мест произрастания, а также опасности инвазионных видов и предотвращение их распространению позволит сократить затраты на борьбу с последствиями этого процесса [2].

В последние годы изучение распространения на территории Витебской области такого инвазивного вида, как топинамбур, не проводилось, в связи с чем данное исследование приобрело особую актуальность. По литературным данным в одном месте в Дубровенском районе учеными НАН Беларуси ведутся наблюдения за топинамбуром в рамках мониторинга растительного мира в Республике Беларусь [10].

Цель исследования – выявление места произрастания и определение распространения топинамбура в западных районах Витебской области.

Материал и методы. Материал исследования – обнаруженные в ходе полевых исследований популяции топинамбура на территории Браславского, Поставского, Полоцкого районов Витебской области. Исследования проводились в 2024 г. детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации, обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования. Описание выявленных ценопопуляций топинамбура сделано по общеизвестной методике. Применена оценка шкалы жизненности растений А.А. Уранова с переводом ее в шкалу баллов, как принято в системе мониторинга растений [10].

Результаты и их обсуждение. Проведено натурное обследование населенных пунктов и прилегающих антропогенных ландшафтов на территории Браславского, Поставского и Полоцкого районов. В ходе полевых работ прибором спутниковой навигации GARMIN GPSmap60CSx зафиксированы географические координаты выявленных мест произрастания инвазивных растений топинамбура. Сделано описание обнаруженных популяций и очагов инвазии топинамбура. Создана картографическая база распространения инвазии топинамбура в программах OziExplorer и Google Планета Земля.

Ниже приводится список зафиксированных точек *GPS* и краткое описание выявленных популяций топинамбура.

Точка *GPS* 270, N 55, 451887°, E 26, 707619°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, д. Подрукша. Найдено два локалитета одичавшего топинамбура. Одно пятно заросли размером 20 x 20 м в районе остановки в 50 м справа (на север) от дороги Браслав–Видзы. Второй локалитет размером 2*50 м слева, в 100 м от дороги, за границей заброшенного огорода. Жизненность 3–4 балла. Обе популяции хорошо цветут. В кустах по 25–30 стеблей. Локалитеты расползаются вширь.

Точка *GPS* 483, N 55, 044420°, E 26, 356930°. Топинамбур в культуре. Поставский р-н, д. Свидруны. На западной окраине н.п. по краю заброшенного огорода вдоль кустов куртина топинамбура в виде узкой полосы размером 40 x 1 м из 80 кустов. В кустах по 30–35 стеблей, 80 процентов цветет. Жизненность 4 балла.

Точка *GPS* 3352, N 55, 493903°, E 28, 450285°. Топинамбур в культуре. Полоцкий р-н, д. Литвиново. По краю огорода узкая полоса монодоминантной заросли топинамбура из 30 кустов размером 15 x 1 м. Жизненность 4 балла. В кустах по 20–30 цветущих стеблей.

Точка *GPS* 3364, N 55, 668670°, E 27, 141981°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, д. Масковичи (рис.). Слева от улицы (на юг) на краю заброшенного огорода вдоль кустов полоса топинамбура (2 x 10 м) из 40 кустов. Жизненность 3 балла. В кусте по 15–25 стеблей, треть из них не цветут.

Точка *GPS* 3365, N 55, 668993°, E 27, 138539°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, д. Масковичи (рис.). Вдоль берега озера на границе с тростником куртина угнетенного топинамбура размером 2 x 7 м. Жизненность 1–2 балла. В кусте по 3–7 стеблей, цветущих растений нет. Очевидно, плохое состояние растений обусловлено близостью грунтовых вод.



Рис. Некоторые места произрастания топинамбура в Браสลавском районе Витебской области

Точка GPS 3398, N 55, 696069°, E 27, 192779°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, окрестности д. Слободка. По дороге на Друю, справа в 100 м от шоссе, на поле, под ЛЭП и в полосе отчуждения подземного газопровода три куртины топинамбура полосами длиной ≈ 100 м в виде плотной монодоминантной заросли. Жизненность 4 балла, 90% стеблей цветут, в кусте по 20–25 стеблей.

Точка GPS 8145, N 55, 5965703°, E 27, 926240°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, д. Злото. Справа от остановки, в 200 м от шоссе, в ложбине куртина из цветущего топинамбура размером 1 x 10 м. Жизненность 3 балла. В кустах по 15–20 стеблей, цветущих до 70%.

Точка GPS 3374, N 55, 668993°, E 27, 138539°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, г.п. Видзы. Вокруг нежилого дома (ул. Куйбышева, д. 105) две куртины топинамбура по 15 м². Всего 53 куста. Жизненность 3 балла. В кустах 20–25 стеблей, до 70% цветущих. Следует отметить, что топинамбур на территории г.п. Видзы на многих подворьях выращивается в культуре. Данный населенный пункт является очагом начального распространения инвазии.

Точка GPS 3401, N 55, 728535°, E 27, 269835°. Топинамбур в состоянии натурализации. Браславский р-н, д. Черново. Очаг инвазии топинамбура. По всей деревне выращивается в культуре. На всех нежилых подворьях куртины одичавшего топинамбура, который расплзается за пределы огородов к кустам. Жизненность 3–4 балла.

Точка GPS 3405, N 55, 754606°, E 27, 365066°. Топинамбур в культуре. Браславский р-н, д. Яя. Куртина 20 x 1 м из 40 кустов в огороде дома № 5. Жизненность 4 балла. В кусте по 35–30 стеблей, 80% цветут.

Точка GPS 3407, N 55, 787834°, E 27, 456986. Топинамбур в культуре. Очаг инвазии. Браславский р-н, аг. Друя. Топинамбур повсеместно в культуре.

Заключение. Получены первые сведения о начале инвазии топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) в Браславском, Полоцком и Поставском районах. Зафиксированы координаты 11 мест произрастания топинамбура, из них 5 мест культивирования растений. Сделано описание 6 натурализовавшихся популяций топинамбура в западной части Витебской области. В агрогородке Друя и г.п. Видзы топинамбур повсеместно выращивается в культуре, эти населенные пункты известны как очаги начального распространения инвазии топинамбура.

В результате проведенных исследований нами установлено, что основными местами произрастания топинамбура являются антропогенные ландшафты: дороги (придорожные полосы, кюветы), дачные

и приусадебные участки, где он выращивался населением как овощная культура. К внедрению топинамбура более устойчивы территории с естественным развитием ландшафта. В природных ландшафтах по отношению к инвазии топинамбура в биоценозе более уязвимы окраины дорог, заброшенные дачные участки, придорожные полосы, края заброшенных огородов, полей, заросли кустов.

Полученные данные позволят в дальнейшем проследить динамику распространения инвазии *Helianthus tuberosus* L. в Витебской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А.Ф. Алимов, Н.Г. Богущая, М.И. Орлова и др.; под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богущой; Рос. акад. наук, Программа Президиума РАН «Науч. основы сохранения биоразнообразия России», Зоол. ин-т РАН. – Москва; Санкт-Петербург: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 436 с.: ил.
2. Виноградова, Ю.К. Влияние чужеродных видов растений на динамику флоры территории Главного ботанического сада РАН / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, В.Д. Бочкин // Российский журнал биологических инвазий. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 22–41.
3. Высоцкий, Ю.И. Характеристика инвазии борщевика в Миорском районе Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2023. – № 2. – С. 40–48.
4. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д.В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В.И. Парфенова, А.В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.
5. Ярошевич, М.И. Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – перспективная культура многоцелевого использования / М.И. Ярошевич, Н.Н. Вечер // Труды БГУ. – 2010. – Т. 4, вып. 2. – Электронная библиотека БГУ. – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/16267/1/2009-4-2-198-208.pdf> (дата обращения: 05.02.2025).
6. Топинамбур в Беларуси / В.В. Титок [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Центральный ботанический сад. – Минск: Беларуская навука, 2018. – 263 с.
7. Гасанова, Е.С. Влияние агротехнических приемов при выращивании топинамбура на содержание и свойства в нем инулина / Е.С. Гасанова, А.С. Сорокин, В.В. Котов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – Ч. 1, № 1. – С. 93–96.
8. Белоусова, А.Л. Исследование травы топинамбура и создание лекарственных препаратов на его основе: автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 15.00.02 / Белоусова Анна Леонидовна; Пятигор. гос. фарм. акад. – Пятигорск, 2004. – 23 с.
9. Данилов, К.П. Топинамбур / К.П. Данилов. – Чебоксары: ЧГСХА, 2013. – 201 с.
10. Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И.Б. Бордок [и др.]; науч. ред. А.В. Пугачевский, А.В. Судник; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича; под общ. ред. А.В. Пугачевского, А.В. Судника. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 491 с.

REFERENCES

1. Alimov A.F., Bogutskaya N.G., Orlova M.I. *Programma Prezidiuma RAN "Nauch. osnovy sokhraneniya bioraznobraziya Rossii", Zool. in-t RAN* [Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences "Scientific Foundations for Conservation of Biodiversity in Russia", Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences], Moscow, St. Petersburg: T-vo nauch. izd. KMK, 2004, 436 p.
2. Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Bochkin V.D. *Rossiiski zhurnal biologicheskikh invazi* [Russian Journal of Biological Invasions], 2015, 8(4), pp. 22–41.
3. Vysotsky Yu.I. *Vesnik Vitebskaga dziazhaunaga universiteta* [Bulletin Vitebsk State University], 2023, 2, pp. 40–48.
4. Dubovik D.V. *Chernaya kniga flory Belarusi: chuzherodniye vredonosniye rasteniya* [Black Book of the Flora of Belarus: Alien Harmful Plants], Minsk: Belaruskaya navuka, 2020, 407 p.
5. Yaroshevich M.I., Vechev N.N. *Topinambur (Helianthus tuberosus L.) – perspektivnaya kultura mnogotselevogo ispolzovaniya* [Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) – a promising crop of multi-purpose use], Trudy BGU, 2010, 4(2). – URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/16267/1/2009-4-2-198-208.pdf> (date of access: 05.02.2025).
6. Titok V.V. *Topinambur v Belarusi* [Jerusalem artichoke in Belarus], Minsk: Belaruskaya navuka, 2018, 263 p.
7. Gasanova E.S., Sorokin A.S., Kotov V.V. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Journal of Michurin State Agrarian University], 2011, 1(1), pp. 93–96.
8. Belousova A.L. *Issledovaniye travy topinambura i sozdaniye lekarstvennykh preparatov na yego osnove: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk* [Study of Jerusalem artichoke grass and creation of medicinal products based on it: PhD (Pharmaceuticals) Dissertation Abstract], Pyatigorsk, 2004, 23 p.
9. Danilov K.P. *Topinambur* [Jerusalem artichoke], Chiboksary: ChGSHA, 2013, 201 p.
10. Bordok I.B. *Monitoring rastitel'nogo mira v Respublike Belarus: rezulytaty i perspektivy* [Monitoring of the flora in the Republic of Belarus: results and prospects], Minsk: Belaruskaya navuka, 2019, 491 p.

Поступила в редакцию 07.02.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: morozovainna889@gmail.com – Морозова И.М.



ПЕДАГОГІКА

УДК 378.4:378.14-054.68

СОДЕРЖАТЕЛЬНО-ПРОЦЕССУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН (ОПЫТ ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА)

М.Ю. Бобрик, Н.А. Ракова, О.А. Любченко

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

В статье раскрывается роль образования как основы социально-экономического развития общества, обращается внимание на необходимость вхождения учреждений образования различных стран в мировой рынок образовательных услуг, рассматривается совершенствование организации образовательного процесса по подготовке специалистов с углубленным высшим образованием из числа иностранных граждан, в частности, Китайской Народной Республики.

Цель статьи – выявление возможностей совершенствования содержания подготовки иностранных граждан по специальностям образовательной программы магистратуры с применением информационно-коммуникационных технологий.

Материал и методы. *Источниками послужили работы белорусских и российских ученых, затрагивающие проблемы содержания образования, его построения и реализации на основе применения ИКТ, личный опыт авторов в научно-методическом обеспечении и реализации образовательного процесса по подготовке магистров из числа иностранных граждан. Методами научного исследования выступили теоретический и абстрактно-логический анализ, синтез, систематизации и обобщения, наблюдения за образовательным процессом.*

Результаты и их обсуждение. *В работе сделан акцент на значимости образования в формировании интеллектуального уровня отдельно взятой страны, создании конкуренции между странами по уровню образования и, как итог, развитию рынка образовательных услуг.*

Отмечается, что образовательные учреждения активно включаются в процесс формирования мирового рынка образовательных услуг.

Как и во многих учреждениях образования Республики Беларусь, в Витебском государственном университете имени П.М. Машерова осуществляется подготовка иностранных граждан по специальностям образовательной программы магистратуры.

Исследуется состояние реализации образовательного процесса для иностранных граждан на примере подготовки магистров из Китайской Народной Республики. Определяются целевая, содержательная, процессуальная и результативная составляющие образовательного процесса.

Заключение. *Посредством анализа реализации образовательного процесса, проведенного на примере подготовки магистров из Китайской Народной Республики по специальности 7-06-0114-02 Образовательный менеджмент, выявлено, что содержание подготовки на уровне углубленного высшего образования по данной специальности направлено на постоянное совершенствование, исходя из требований, предъявляемых к подготовке специалистов этого уровня, и принципов, положенных в основу построения содержания образования. Процесс же усвоения содержания образования, диагностика уровня его результативности обеспечиваются применением информационно-коммуникационных технологий при условии их эффективной организации.*

Ключевые слова: *углубленное высшее образование, магистратура, содержание образования, информационно-коммуникационные технологии, иностранные студенты, образовательные услуги, рынок образовательных услуг, мировой рынок, КНР.*

CONTENT-PROCEDURAL ASPECTS OF TRAINING FOREIGN CITIZENS (EXPERIENCE OF VITEBSK STATE P.M. MASHEROV UNIVERSITY)

M.Yu. Bobrik, N.A. Rakova, O.A. Liubchenko

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

The article reveals the importance of education as the basis for the social and establishments of various countries to enter the global market of educational services, and considers the improvement of the organization of the educational process for training specialists with advanced higher education from among foreign citizens, in particular, the People's Republic of China.

The purpose of the article is to identify opportunities for improving the content of training foreign citizens in Master's degree curriculum using information and communication technologies.

Material and methods. *The source was the works of Belarusian and Russian scientists, touching upon the problems of the content of education, its construction and implementation based on the use of information and communication technologies, the personal experience of the authors in the preparation of scientific and methodological support and the implementation of the educational process for training masters from among foreign citizens. The methods of scientific research were theoretical analysis, abstract-logical analysis, synthesis, methods of systematization and generalization, observation of the educational process.*

Findings and their discussion. *The article indicates the importance of education in the formation of the intellectual level of a particular country, the creation of competition between countries in terms of education and, as a result, the development of the educational services market.*

It is noted that education establishments are actively involved in the process of development and formation of the global educational services market.

As in many education establishments of the Republic of Belarus, Vitebsk State P.M. Masherov University trains foreign citizens in the Master's degree program, contributing to the development of the global educational services market.

An analysis of the state of implementation of the educational process for foreign citizens is carried out using the example of training Masters from the People's Republic of China. The target, content, procedural and result components of the educational process are revealed.

Conclusion. *Based on the analysis of the implementation of the educational process, conducted on the example of training Masters from the People's Republic of China in degree 7-06-0114-02 Educational Management, it was revealed that the content of training at the level of advanced higher education in this degree requires constant improvement, based on the requirements for the training of specialists at this level and on the principles underlying the construction of the content of education. The process of mastering the content of education, diagnostics of the level of its efficiency are possible through the use of information and communication technologies, provided that they are effectively organized.*

Key words: *advanced higher education, master's degree, content of education, information and communication technologies, foreign students, educational services, educational services market, world market, PRC.*

Одним из важнейших факторов динамичного развития общества, обеспечения стабильности его экономики во все исторические периоды является образование. Общество и образование представляют собой единую систему. Это объясняется тем, что все без исключения глобальные общественные проблемы неизбежно влияют на образование и, наоборот, сфера образования способна оказывать существенное воздействие на развитие различных общественных тенденций.

Согласно точке зрения Б.С. Гершунского именно образование, как глобальное и довольно специфическое общественное явление, получившее повсеместное распространение и развитие, принципиально «работает» на будущее, предопределяя личностные качества человека, его знания, умения, навыки, мировоззренческие и поведенческие приоритеты, а следовательно, в конечном итоге, экономический, нравственный и духовный потенциал общества и цивилизации в целом [1].

В современных условиях образование становится основой эволюции общества. Оно формирует уровень интеллектуального состояния отдельно взятой страны и отдельно взятой нации. Данное обстоятельство приводит к конкуренции между странами по уровню образования, необходимости непрерывного развития сферы образования в каждой стране и, как итог, развитию и становлению рынка образовательных услуг.

Сегодня наблюдается рост масштабов рынка образовательных услуг, процесс его интернационализации. Спрос на знания в странах становится повышенным, складываются условия для реализации

предпринимательской деятельности образовательных учреждений, обеспечивающих развитие и формирование мирового рынка образовательных услуг.

Ученые едины во мнении, что мировой рынок образовательных услуг устанавливает систему взаимоотношений между производителями, поставщиками и потребителями образовательных услуг, обеспечивающую удовлетворение спроса на образовательные услуги граждан зарубежных стран посредством применения различных технологий, а также направленную на повышение квалификации и конкурентоспособности специалистов на рынке труда [2].

Мировой рынок образовательных услуг объединяет в себе различные направления по предоставлению услуг, по программам профессионально-технического, среднего специального, высшего послевузовского и дополнительного образования.

Цель статьи – выявление возможностей совершенствования содержания подготовки иностранных граждан по специальностям образовательной программы магистратуры с применением информационно-коммуникационных технологий.

Материал и методы. Источниками послужили работы белорусских и российских ученых, затрагивающие проблемы содержания образования, его построения и реализации на основе применения ИКТ, личный опыт авторов в научно-методическом обеспечении и реализации образовательного процесса по подготовке магистров из числа иностранных граждан. Методами научного исследования выступили теоретический и абстрактно-логический анализ, синтез, систематизации и обобщения, наблюдения за образовательным процессом.

Результаты и их обсуждение. В связи с происходящими глобальными трансформациями на мировом рынке образовательных услуг, требующими оперативного реагирования на изменение его конъюнктуры, в Витебском государственном университете имени П.М. Машерова так же, как и во многих других учреждениях образования Республики Беларусь, осуществляется подготовка иностранных граждан по специальностям образовательной программы магистратуры. *Целевая, содержательная, процессуальная и результативная* составляющие образовательного процесса нашли отражение в экспериментальном проекте «Совершенствование содержания подготовки иностранных граждан по специальностям образовательной программы магистратуры с применением информационно-коммуникационных технологий».

Реализация данного проекта соответствует целям развития системы высшего образования в Республике Беларусь, предусмотренным Концепцией развития системы образования Республики Беларусь до 2025 года, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь 3 ноября 2021 г. № 683, Концепцией развития экспорта образовательных услуг (продвижение бренда «Образование в Беларуси») на 2022–2025 годы, утвержденной Приказом Первого заместителя Министра образования Республики Беларусь от 25 января 2022 г. № 28.

Анализ состояния подготовки иностранных граждан с применением информационно-коммуникационных технологий был проведен на примере подготовки магистров из Китайской Народной Республики по специальности 7-06-0114-02 Образовательный менеджмент.

Инновационная направленность развития общества актуализирует необходимость осуществления магистрами научно-педагогической, научно-исследовательской, инновационной, проектной и организационно-управленческой деятельности.

Принципиально важным является формирование у магистров следующих компетенций:

– универсальные компетенции, которые позволяют применять методы научного познания в исследовательской деятельности; решать научно-исследовательские и инновационные задачи на основе использования информационно-коммуникационных технологий; обеспечивать коммуникации, в том числе и на иностранном языке, в академической, научной и профессиональной средах; проявлять лидерские качества; развивать инновационную восприимчивость и способность к инновационной деятельности, что выражается в умениях к прогнозированию условий реализации профессиональной деятельности и применению психолого-педагогических методов и информационно-инновационных технологий в образовании и управлении;

– универсально-профессиональные компетенции, предполагающие умения анализировать, оценивать и адаптировать современные концепции менеджмента, разрабатывать и реализовывать новые методические модели, технологии обучения;

– специальные компетенции, позволяющие осуществлять управление учреждением образования с учетом нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность и отношения в сфере образования; оценивать эффективность менеджмента, создавать условия для развития образовательного процесса; систематизировать, обобщать и распространять отечественный и зарубежный методический опыт; анализировать профессиональные и образовательные потребности педагогов, проектировать методические системы обучения и воспитания; использовать информационно-коммуникационные технологии для организации научно-педагогической деятельности, ее сопровождения, проектирования электронных образовательных ресурсов и создания учебного контента к ним; осуществлять рефлексию результатов своей профессиональной деятельности; применять современные методики и технологии образовательной деятельности, диагностики и оценивания качества образовательного процесса; использовать индивидуальные креативные способности; диагностировать эффективность процесса менеджмента и осуществлять комплексный мониторинг, контроль и оценку результатов деятельности учреждений образования различных типов.

Формирование вышеназванных компетенций составляет сущность *целевого компонента* образовательного процесса.

Содержательный компонент, в свою очередь, предполагает усвоение содержания образования по учебным дисциплинам, включенным в модули:

1. Методология педагогики.
2. Управление инновациями в образовании.
3. Научные основания образовательного менеджмента.
4. Педагогика и образование в цифровом обществе.
5. Личностно-профессиональное развитие менеджера образования.

Понятие «содержание образования» исследователями трактуется по-разному: это и педагогически адаптированная система знаний, умений и навыков, опыта творческой деятельности и эмоционально-ценностного отношения к миру, усвоение которой обеспечивает развитие личности; и педагогически переработанная в общие основы наук совокупность знаний, умений и навыков, соответствующих современному состоянию науки, и совокупность систематизированных знаний, умений и навыков, взглядов и убеждений, определенный уровень развития познавательных сил и практической подготовки, достигнутый в результате учебно-воспитательной деятельности.

С учетом цели подготовки магистров по указанной специальности нами был проведен анализ реализации базовых принципов построения содержания образования, обоснованных в трудах В.В. Краевского и И.Я. Лернера [3].

К данным принципам относятся:

- принцип соответствия содержания потребностям социальной практики;
- принцип учета единства содержательной и процессуальной сторон обучения;
- структурное единство содержания образования.

В соответствии с первым основополагающим принципом следует предусматривать в составе содержания образования, кроме основных элементов (знаний, умений, навыков), профессионально значимую учебную информацию, отражающую новейшие достижения в области методологии, управления образовательным процессом, развития педагогической науки и образования и др.

Второй принцип означает необходимость использования определенных методов, средств и форм, предусматривающих наиболее полное усвоение педагогического содержания. Реализация данного принципа предполагает включение магистрантов в активную творческую деятельность по решению педагогических проблем, проведение сравнительно-сопоставительного анализа, касающегося образовательных проблем в Республике Беларусь и Китайской Народной Республике и др.

В соответствии с третьим принципом построения содержания образования требуется реализация единства подхода к построению как по каждой учебной дисциплине, так и ко всем учебным материалам.

Анализируя модель содержания подготовки педагога к формированию метапредметной компетентности, Е.В. Гелясина обозначает вышеперечисленную группу принципов как «логическое ядро» и, в свою очередь, вводит вторую группу принципов как «периферическую составляющую», включая в нее следующие:

- культуросообразность;
- принцип опережающего характера образования;
- фундаментальность;
- практикоориентированность;
- адаптивность;
- контекстность [4].

Мы, в свою очередь, также посчитали возможным проанализировать реализацию данных принципов, используемых при построении содержания образовательной программы по специальности «Образовательный менеджмент».

Так, в соответствии с принципом культуросообразности содержание образования должно учитывать особенности культурной среды, социума, способствовать развитию ценностей и норм национальной общечеловеческой культуры. Для реализации данного принципа все вопросы, изучаемые по учебным дисциплинам педагогического профиля, рассматриваются не только с точки зрения их реализации в Республике Беларусь, но и в образовательном процессе учреждений образования Китая (совершенствование системы образования; реализация инклюзивного образования, цифровой трансформации образования, осуществление инновационных процессов и др.).

Реализация принципа опережающего характера образования в подготовке магистров предполагает подготовку специалистов, которые владеют не только необходимыми сегодня компетенциями, но и компетенциями, ориентированными на будущее. Данный принцип в большей степени может быть реализован в процессе диссертационного исследования в результате самостоятельного определения магистрантом проблемы исследования, цели, задач, объекта, предмета, гипотезы, формулировки его актуальности. В большинстве случаев магистрантами проводится педагогическое исследование, направленное на выявление условий совершенствования предмета, определенного в проводимом ими исследовании (проблемы формирования коммуникативной компетенции будущих педагогов, повышения качества профессионального образования, формирования профессиональной компетентности менеджера, организация управления образовательными системами, совместная деятельность студенческого и административного управления).

Принцип фундаментальности, как определено в педагогической науке, означает обучение, которое формирует основу или базис, необходимые для получения образования. Данный принцип предполагает получение образования на основе овладения фундаментальными знаниями, изучение определенного круга вопросов по основополагающим областям знаний этого направления, каковым в данном случае является «Образовательный менеджмент». Изучение таких модулей, как «Методология педагогики», «Научные основы образовательного менеджмента», в наибольшей степени способствует реализации принципа фундаментальности.

Принцип практико-ориентированности способствует не только и не столько усвоению информации, сколько ее применению в деятельности. В наибольшей степени практико-ориентированный подход в подготовке магистров, на наш взгляд, реализуется в ходе изучаемых модулей «Управление инновациями в образовании», «Педагогика и образование в цифровом обществе», «Личностно-профессиональное развитие менеджера образования» и проводимого исследования с последующим применением его результатов в конкретных учебных заведениях Китая.

Адаптивность предполагает способность быстро и эффективно приспосабливаться к изменениям и новым условиям. Использование принципа адаптивности при совершенствовании содержания образования позволяет привести содержание образования в соответствии с предъявленными требованиями к подготовке магистров.

Контекстность как принцип, учитывающий логичность ситуации, помогает определить содержание образования, обусловленное будущей профессиональной деятельностью в условиях своей страны. Этот принцип, как и принцип адаптивности, в равной степени может быть реализован в процессе усвоения всей образовательной программы магистратуры.

Использование вышеизложенных принципов построения содержания образования, на наш взгляд, также способствует реализации целевого компонента образовательного процесса магистрантов из числа иностранных граждан при условии соответствующей организации их *деятельности*.

В связи с тем, что обучающиеся, выбранные нами в качестве объекта исследования, находятся на достаточно большом расстоянии от самого учреждения образования и могут быть включенными в образовательный процесс удаленно, то реализация *деятельностного компонента* возможна посредством применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Последние обеспечивают территориальную и временную независимость обучающихся и выступают гарантом их качественного информационного сопровождения.

Однако использование ИКТ имеет ряд особенностей и требует, в первую очередь, разделения учебного материала по конкретной учебной дисциплине на отдельные модули.

Каждый модуль, в свою очередь, состоит из трех блоков:

1. Теоретический блок.
2. Практический блок.
3. Блок контроля по модулю.

Основа теоретического блока представлена лекционными электронными образовательными ресурсами.

Лекции могут быть реализованы как в режиме online (синхронное обучение), когда все участники одновременно подключаются к веб-конференции посредством платформ Zoom, Voov и др. и имеют возможность общаться с помощью чат-технологий, так и в режиме offline (асинхронное обучение), когда обучающийся имеет доступ к проводимым с помощью средств телекоммуникаций и других возможностей Интернета занятиям в любом месте и в удобное для него время. Второй вариант способствует более длительной (многодневной) работе и детальной проработке учебного материала.

Содержание каждой лекции требует определения темы, обозначения основных понятий, формируемых компетенций, подготовки вопросов по предложенной теме. Далее по каждому вопросу представлено краткое изложение его содержания.

В конце лекции с целью самопроверки обучающийся имеет возможность ответить на вопросы, позволяющие систематизировать изученный материал.

Практический блок так же, как и теоретический, разрабатывается, исходя из цели и задач, реализуемых при изучении данной учебной дисциплины.

Магистрантам также предлагаются для выполнения разноуровневые задания, позволяющие выявить уровень сформированности профессиональной компетентности.

Для первого уровня целесообразно подобрать задания на определение и характеристику основных понятий или владение категориальным аппаратом изучаемой дисциплины. Выполнение заданий этого уровня основано на способности магистрантов запоминать предлагаемый к изучению материал.

Для второго уровня, требующего активного мышления, предполагаются задания на формирование умений использовать полученную информацию в практике работы (определять цель и задачи учебной деятельности, наиболее эффективные методы, средства и формы для усвоения определенного содержания и др.).

Для третьего уровня характерны творческие задания. Это могут быть задания на проведение сравнительно-сопоставительного анализа какой-либо образовательной проблемы в Республике Беларусь и Китайской Народной Республике, составление профессиограммы современного педагога, выявление условия эффективности образовательного процесса в различных типах образовательных учреждений Китая.

Результативный компонент представлен блоком контроля по модулю, предполагающим наличие критериев оценки знаний, выполнение итоговых заданий, тесты, вопросы к зачету и экзамену.

Особую роль в усвоении учебного материала играет интерактивная лекция, которая в виртуальной информационно-образовательной среде выполняет не только обучающую, но и контролирующую функции, это особое интерактивное средство обучения, которое включает в себя сочетание теоретического наполнения, практических и контрольных заданий. Интерактивная лекция должна содержать следующие структурные компоненты: информационный блок, тема лекции, цели и задачи изучения данной темы, вступительная часть, план лекции, содержащий вопросы рассматриваемой темы в порядке их последующего раскрытия. В основной части последовательно излагается лекционный материал согласно плану занятия с использованием фотографий, иллюстраций, графиков, таблиц, диаграмм, цитат из текста, базовых определений и понятий, формул и уравнений и т.п. Возможно

знакомство с фрагментами учебных фильмов, выступлений известных ученых, интервью с экспертами; представляются мнения других преподавателей, демонстрационные модели процессов и явлений (натурные, компьютерные, графические, анимационные). В заключительной части предполагаются выводы, рекомендации, используемая литература, интернет-источники для дополнительного изучения темы, вопросы для самоконтроля знаний.

Заключение. Сегодня образование становится основой социально-экономического развития общества, формируя определенный уровень интеллектуального состояния страны. Это, в свою очередь, приводит к конкуренции между странами по уровню образования, необходимости развития данной сферы в каждой стране и, соответственно, формированию рынка образовательных услуг.

Рынок образовательных услуг получает распространение во всех странах мира и, в том числе, в Республике Беларусь.

В Витебском государственном университете имени П.М. Машерова, как и во многих других университетах страны, осуществляется подготовка иностранных граждан по различным специальностям и уровням образования, в частности, по специальностям образовательной программы магистратуры.

Посредством анализа реализации образовательного процесса, проведенного на примере подготовки магистров из Китайской Народной Республики по специальности 7-06-0114-02 Образовательный менеджмент, выявлено, что содержание подготовки на уровне углубленного высшего образования по данной специальности направлено на постоянное совершенствование, исходя из требований, предъявляемых к подготовке специалистов этого уровня, и принципов, положенных в основу построения содержания образования. Процесс же усвоения содержания образования, диагностика уровня его результативности обеспечиваются применением информационно-коммуникационных технологий при условии их эффективной организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гершунский, Б.С. *Философия образования для XXI века* / Б.С. Гершунский. – Москва: Совершенство, 1998. – С. 34–107.
2. Черезова, А.С. *Мировой рынок образовательных услуг и политика государства* / А.С. Черезова // Вестник НГУЭУ. – 2016. – № 3. – С. 249–256.
3. *Теоретические основы содержания общего среднего образования* / под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. – Москва: Педагогика, 1983. – 352 с.
4. Гелясина, Е.В. *Методологические основания моделирования содержания повышения квалификации, ориентированного на подготовку педагогов к формированию метапредметной компетентности обучающихся* / Е.В. Гелясина // Весті БДПУ. Серія 1, Педагогіка. Психологія. Філософія. – 2021. – № 1. – С. 10–14.

REFERENCES

1. Gershunski B.S. *Filosofiya obrazovaniya dlia XXI veka* [Philosophy of Education for the 21st Century], Moscow: Sovershenstvo, 1998, pp. 34–107.
2. Cherezova A.S. *Vestnik NGUEU* [Journal of NGUEU], 2016, 3, pp. 249–256.
3. Kravetski V.V., Lerner I.Ya. *Teoreticheskiye osnovy sodержaniya obshchego srednego obrazovaniya* [Theoretical Bases of General Secondary Education Contents], Moscow: Pedagogika, 1983, 352 p.
4. Geliyasina E.V. *Vestsi BDPUs. Seriya 1, Pedagogika. Psikhahohiya. Filasofiya* [Journal of BSPU. 1. Education. Psychology. Philosophy], 2021, 1, pp. 10–14.

Поступила в редакцию 12.03.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: kpiom@vsu.by – Ракова Н.А.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КОНЦЕПТА

Е.А. Ильин*, Е.И. Снопкова**

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

**Учреждение образования «Могилевский государственный
университет имени А.А. Кулешова»

В статье уточняется состояние проблемы изучения гражданской идентичности в качестве междисциплинарного концепта. Осуществляется систематизация существующих теоретических позиций, что позволяет продолжить разработку оснований для дальнейших исследований в области становления данного феномена.

Цель работы – определить современное состояние проблемы исследования гражданской идентичности личности студента в качестве междисциплинарного концепта.

Материал и методы. Авторами использован метод ретроспективного анализа существующих научных публикаций и диссертационных исследований, а также осуществлена систематизация теоретических подходов.

Результаты и их обсуждение. В философском контексте гражданская идентичность определяется учеными как результат осознанного выбора личности, основанный на ценностных и мировоззренческих принципах, что помогает человеку адаптироваться в многообразном обществе; в социологическом контексте гражданская идентичность понимается исследователями как фактор социальной интеграции, способствующий консолидации общества вокруг общих интересов, ценностей и правовых норм; в политологическом контексте – как механизм интеграции в правовую и социальную систему.

В психолого-педагогическом измерении гражданской идентичности фокусируется внимание на когнитивно-эмоциональной системе, в рамках которой индивид осознает свою принадлежность к гражданскому обществу и переживает это как эмоционально значимый процесс.

Заключение. Несмотря на различия в подходах, проблема гражданской идентичности личности студента остается актуальной и требует дальнейшего научного освоения. Проблематика взаимодействия междисциплинарных знаний выступает базисным подходом при исследовании гражданской идентичности.

Ключевые слова: гражданин, идентичность, гражданская идентичность, гражданское общество, гражданская социализация, междисциплинарный подход, образовательная среда.

CURRENT STATE OF THE RESEARCH ON STUDENT PERSONALITY CIVIC IDENTITY AS AN INTERDISCIPLINARY CONCEPT

E.A. Ilyin*, E.I. Snopkova**

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

**Education Establishment "Mogilev State A.A. Kuleshov University"

The article presents the current state of the problem of studying civic identity as an interdisciplinary concept. A systematization of existing theoretical positions is carried out, which allows for the continuation of the development of the foundations for further research in the field of civic identity.

The aim of the article is to define the current state of the problem of studying the civic identity of the student as an interdisciplinary concept.

Material and methods. The study uses the method of retrospective analysis of existing scientific publications and dissertation research devoted to civic identity. The systematization of theoretical approaches revealing civic identity as an interdisciplinary concept has been carried out.

Findings and their discussion. In the philosophical context, civil identity is defined by scholars as the result of an individual's conscious choice, based on value and worldview principles, which enables a person to adapt to a diverse society. In the sociological

context, civic identity is seen by specialists as a factor of social integration, contributing to the consolidation of society around common interests, values, and legal norms. In the political science context, civil identity is viewed by researchers as a mechanism for integration into the legal and social system.

In the psychological and pedagogical dimension of civic identity, scholars emphasize the cognitive-emotional system, within which an individual recognizes their belonging to civil society and experiences this as an emotionally significant process.

Conclusion. Despite the diversity of approaches, the issue of student personality civic identity in remains relevant and requires further scientific research. The problem of interdisciplinary knowledge interaction serves as the foundational approach in the study of civic identity.

Key words: citizen, identity, civic identity, civil society, civic socialization, interdisciplinary approach, educational environment.

Становление гражданина Республики Беларусь приобретает особое значение в условиях динамичного развития общества. В свете этого гражданская идентичность выступает одним из индикаторов граждан, обладающих высокой культурой, что отражено в ряде нормативно-правовых документов государства. Ключевыми среди них являются Кодекс Республики Беларусь об образовании [1] и Программа непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [2]. Государственная политика направлена на создание условий для формирования у народа активной гражданской позиции. Одним из основополагающих документов, регулирующих данный аспект, является Программа патриотического воспитания населения Республики Беларусь на 2022–2025 годы [3].

Гражданская идентичность представляет собой многогранный и динамичный феномен, который невозможно полноценно исследовать с позиции одной научной дисциплины. Указанный концепт включает в себя элементы социальной, политической, психологической и культурной идентичности, что требует комплексного подхода и объединения теорий и методов различных областей знания в его изучении.

Цель работы – определить современное состояние проблемы исследования гражданской идентичности личности студента в качестве междисциплинарного концепта.

Материал и методы. Использованы методы анализа научной литературы и первоисточников, ретроспективного анализа существующих научных исследований, причинно-следственного анализа, обобщения и систематизации, проектирования и интерпретации, а также осуществлена систематизация теоретических подходов.

Результаты и их обсуждение. В контексте исследования гражданской идентичности в качестве междисциплинарного концепта особое значение приобретает комплекс видов идентичности личности.

По мере научного осмысления современные подходы к рассмотрению идентичности наглядно проявляются в системе различных понятий идентичности личности: этнической (В.Ю. Ивлев, В.А. Иноземцев, М.Л. Ивлева, Н.П. Денисюк, М.Т. Шергалиева), культурной (А.И. Емельянова, Е.П. Ковалевич, Н.В. Паперная, Е.Ю. Ежова), профессиональной (А.С. Дадашова, Г.А. Овсеенко, А.С. Кахаров, Е.И. Гинатуллина), региональной (Г.С. Корепанов, А.А. Алаудинов), национальной (Л.П. Саракун, З.И. Иванова).

Особое место в контексте междисциплинарных исследований среди представленных видов идентичности занимает гражданская: в трудах А.А. Николаевой, Е.А. Черных, Ю.А. Семеновой, О.Е. Егорова, В.В. Дьяковой, М.Ю. Ежовой, А.И. Габеркорн, А.С. Гальченко и др.

Анализ диссертационных работ, защищенных с начала 2000-х до 2020-х годов, выявил не только значительно возросшее количество публикаций, посвященных изучению гражданской идентичности (всего 33 работы), но и расширение спектра применяемых научных подходов. В совокупности наиболее представленные направления исследований по проблеме включают педагогические (12 работ), социологические (7) и политологические (7), при этом диссертации, выполненные по философии (3), истории (2) и психологии (2), свидетельствуют об усиливающейся междисциплинарности изучения феномена.

Полученные данные указывают на фокусировку в научном подходе к изучению гражданской идентичности: первоначальные исследования определяли гражданскую идентичность как политико-социальный конструкт, в то время как более поздние работы раскрывают индивидуальные личностные аспекты, а также механизмы и условия формирования исследуемого феномена. Такой переход обусловлен не только изменениями в социально-политическом контексте, но и развитием теоретических подходов в смежных областях, а это позволяет выстраивать более целостное представление о гражданской идентичности как элементе современной общественной и культурной жизни. Кроме того, подобная динамика подтверждает, что рост количества исследований сопровождается качественным углублением концептуальных основ, открывающим новые перспективы для практического применения результатов исследований.

Как правило, в обозначенных нами ранее диссертациях гражданская идентичность выступает либо как объект, либо как ключевой компонент исследования. В данной совокупности педагогические исследования составляют крупнейшую группу – 12 работ, из которых 10 относятся к специальности 13.00.01, а 2 – к 13.00.08; социологические исследования представлены 7 диссертациями: одна из них охватывает вопросы теории, методологии и истории социологии (специальность 22.00.01), пять научных работ посвящено анализу социальной структуры, институтов и процессов (специальность 22.00.04), а одна сфокусирована на социологии культуры (специальность 22.00.06).

В выборке исследуемых работ присутствуют 3 диссертационных исследования, выполненных по философским наукам: две диссертации классифицируются как исследования в области социальной философии (специальность 09.00.11) и одна – как исследование, затрагивающее вопросы философской антропологии и философии культуры (специальность 09.00.13); историческая перспектива находится в центре внимания 2 работ: одна диссертация выполнена по отечественной истории (специальность 07.00.02), а другая – по этнографии, этнологии и антропологии (специальность 07.00.07).

Политологическая сторона гражданской идентичности представлена семью диссертациями, соответствующими специальности 23.00.02 – политические институты, процессы и технологии. Психологическое измерение гражданской идентичности рассматривают 2 исследования: первая диссертация соответствует специальности 19.00.01 (общая психология, психология личности и история психологии), а вторая – специальности 19.00.07 (педагогическая психология).

Таким образом, результаты исследования не только демонстрируют количественное увеличение числа диссертационных работ по проблеме гражданской идентичности, но и подчеркивают ее междисциплинарный характер. Разнообразие представленных направлений свидетельствует о том, что изучение данного концепта выходит за рамки узких социокультурных и политологических интерпретаций, охватывая также педагогические, философские, исторические и психологические аспекты (рис.).

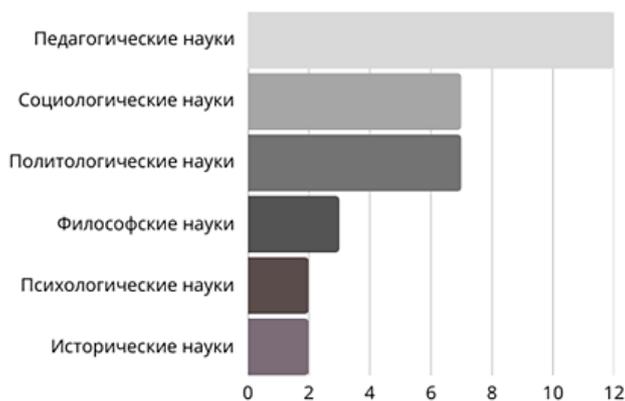


Рис. Распределение диссертационных исследований гражданской идентичности по научным специальностям

В процессе эволюции научного осмысления гражданской идентичности можно выделить три последовательных этапа, каждый из которых отражает динамику исследовательского интереса к данной проблематике. Первый этап, характерный для 1991–2000-х годов, был обусловлен необходимостью установления социальных трансформаций, возникших в результате распада советской системы ценностей, что способствовало формированию рефлексии относительно изменений в структуре коллективной и индивидуальной идентичности. В последующее десятилетие (2000–2010-е годы) акцент сместился на теоретико-эмпирический анализ явления, в рамках которого гражданская идентичность изучалась преимущественно в историческом, социологическом и политологическом контекстах. В этот период произошло обобщение накопленных данных, выработывались концептуальные подходы и формировалось дискуссионное поле. С 2010-х годов наблюдается дальнейшее расширение исследовательского фокуса проблемы за счет включения философских, психологических, педагогических исследований, что говорит о возрастании значимости междисциплинарного подхода. Изучение гражданской идентичности претерпевает усложнение, обогащаясь новыми методологическими основаниями

и перспективами анализа, что открывает возможности для дальнейших научных работ, направленных на совершенствование концептуального аппарата.

Социально-философское исследование гражданской идентичности опирается на труды О.Е. Егорова, В.В. Чурина, Ю.А. Семенов и др., где раскрываются различные аспекты данного феномена, включая коллективное измерение принадлежности к гражданскому сообществу, интеграцию личности через осознание своей сопричастности к социальным и профессиональным группам, а также динамическую природу идентичности.

В исследовании О.Е. Егорова гражданская идентичность с позиций социальной философии трактуется как «осознание человеком своей принадлежности к сообществу граждан того или иного государства, участие в социальной и политической жизни страны, которое является значимым для индивида» [4, с. 4]; в работе Ю.А. Семенов с позиций философской антропологии гражданская идентичность определена как «динамичная система качеств личности, воспринимающей и позиционирующей себя в качестве члена гражданского общества, то есть как автора и инициатора самоизменения и общественных преобразований, умеющего распорядиться собственной свободой и способного нести ответственность за принятые решения» [5, с. 9–10].

С точки зрения философии гражданская идентичность понимается как:

- форма принадлежности индивида к сообществу граждан при одновременном сохранении его индивидуальной самоидентификации и статуса полноправного субъекта социальной системы (О.Е. Егоров);
- процесс социальной интеграции, при котором личность осознает свою связь с различными социальными, профессиональными, национальными и гражданскими группами, что способствует ее адаптации в современном обществе, особенно в условиях глобализации (В.В. Чурин);
- динамическая система личностных качеств, обеспечивающая социальную активность индивида, его включенность в общественные процессы и способность воспринимать себя в качестве полноценного участника гражданского общества, принимающего ответственность за свои решения (Ю.А. Семенова).

В социологических исследованиях проблемы гражданской идентичности получают теоретическое обоснование через подходы, сформулированные в работах Е.А. Гришиной [6], Е.А. Черных, А.А. Николаевой, Р.Ю. Шиковой, а также в трудах А.Г. Саниной, А.К. Дегтярева, М.Б. Хомякова, Л.М. Дробжижевой и др., что позволяет рассматривать данный концепт как комплексное социальное явление.

Е.А. Черных гражданская идентичность со стороны социальной структуры и социальных институтов видится как вид социальной идентичности личности, тесно связанный с потребностью в установлении связей с другими людьми и включающий в себя «не только осознание индивидом своей принадлежности к гражданской общности, но и восприятие значимости членства, представление о принципах и основах данного объединения, принятие поведенческой модели гражданина» [7, с. 12]; гражданская идентичность, согласно мнению А.Г. Саниной, «олицетворяет качество отношения субъектов к наиболее значимому социально-политическому институту – государству. Наиболее важным средством идентификации здесь становится единство закона и то чувство общности, которое связано с гражданской гомогенностью, общей историей» [8, с. 8].

В социологическом контексте гражданская идентичность представлена как:

- целостное осознание своей культурной и социальной принадлежности, являющееся ключевым элементом формирования гражданской идентичности и определяющее степень вовлеченности индивида в социальные процессы (Е.А. Гришина);
- активный и осмысленный процесс, в рамках которого личность устанавливает связь с государственными институтами, определяя свое место и роль в общественной и политической системе (Е.А. Черных);
- явление интегративного характера, выражающееся через осознание политико-правовых норм и вовлеченность в общественную деятельность, основанную на ценностных ориентирах (А.А. Николаева);
- итог многоуровневого процесса самоидентификации, объединяющего когнитивные и эмоциональные аспекты восприятия, формируемые под влиянием социальных норм и культурных традиций (Р.Ю. Шикова);
- особая форма отношения личности к государству, основанная на историко-культурных связях и свободном выборе принципов, способствующих социальной сплоченности и коллективной идентичности (А.Г. Санина, А.К. Дегтярев).

В политологических исследованиях теоретико-методологические подходы к изучению гражданской идентичности обосновываются в работах И.В. Коноды, М.Ю. Ежовой, С.А. Панкратова, Н.А. Тельновой, И.С. Семененко, М.А. Юшина, а также в исследованиях А.И. Габеркорн, акцентирующих внимание на критическом осмыслении феномена.

И.В. Конодой в рамках национальных и политических процессов гражданская идентичность рассматривается как «соотнесение индивидом (группой) себя с обществом во всех социокультурных измерениях, результатом которого становится отождествление индивидом себя с государством, обществом, страной, формирование набора установок, критериев и параметров соотнесения себя с группами “своих” и “чужих”» [9, с. 17–18]; М.Ю. Ежова отмечает, что гражданская идентичность «де-факто является государственно-гражданской, что обусловлено не только начальным этапом формирования в стране гражданской нации, но и особой ролью государства» [10, л. 20].

Политологический анализ объясняет гражданскую идентичность как:

– фактор, обеспечивающий сплоченность гражданского сообщества, создающий единую систему смыслов, убеждений и представлений о государстве, тем самым формируя чувство коллективной принадлежности и общности (И.В. Конода);

– специфическое социально-политическое образование, включающее в себя нормативные установки, символику и идеологические конструкты, которые способствуют интеграции личного пространства в более широкую общественную систему норм и ценностей (М.Ю. Ежова);

– осознанный процесс идентификации индивида с государственной общностью, который протекает в рамках конкретных социально-политических реалий и определяется актуальными условиями развития общества (С.А. Панкратов, Н.А. Тельнова);

– форма идентичности, выходящая за рамки этнических границ, где первостепенное значение приобретают ценностные установки, ориентированные на патриотизм и национальное единство (А.И. Габеркорн);

– междисциплинарный конструкт, включающий в себя территориальную привязанность, институты государственной власти и этнокультурное наследие, на основе которых формируется представление о принадлежности к единому национально-государственному пространству (И.С. Семененко).

Теоретико-методологические основы отдельных проблем исследования гражданской идентичности как психологического концепта изложены в научных трудах А.С. Гальченко, Н.В. Безгиной, Н.Л. Ивановой, Г.Б. Мазиловой, М.В. Ефремовой и др.

А.С. Гальченко отмечает, что «психологическими детерминантами формирования статусов гражданской идентичности являются: способность к концептуализации в области гражданской проблематики, особенности сочетания валентности гражданской идентичности и уровня рефлексивности личности, характер структурной организации мотивации гражданской активности» [11, с. 6].

Психологическое измерение гражданской идентичности определяется как:

– следствие влияния референтных групп, в рамках которого значимые социальные общности оказывают воздействие на формирование гражданской идентичности, способствуя осознанию личностью своей социальной роли и принадлежности к гражданскому обществу (С.Н. Голикова);

– отражение мотивационных потребностей индивида, проявляющееся в стремлении к самореализации, признанию и активному включению в общественные процессы, что обусловлено психологическими аспектами его личностного развития (Н.Л. Иванова, Г.Б. Мазилова);

– результат осмысленного самоанализа и рефлексии, в ходе которого личность оценивает собственные ценности, соотносит их с общественными нормами и формирует индивидуальное понимание собственной роли как гражданина (Н.В. Безгина).

Заключение. Таким образом, на основе ретроспективного анализа установленных исследований гражданской идентичности личности студента данный концепт обширно представлен в контекстах междисциплинарных исследований философии, социологии, политологии, психологии и педагогики. Каждая из научных дисциплин вносит свой вклад в понимание гражданской идентичности, предлагая различные подходы и методы исследования. Философия акцентирует внимание на ценностных и мировоззренческих аспектах гражданского самосознания, психология раскрывает механизмы формирования идентичности личности, а социология и политология анализируют роль социальной среды и политических факторов в развитии гражданской идентичности. Проблематика

взаимодействия междисциплинарных знаний представляется базисным направлением при исследовании гражданской идентичности, поскольку интеграция подходов позволяет глубже понять последующую динамику формирования гражданской идентичности. Несмотря на различия в подходах, проблема гражданской идентичности личности студента остается актуальной и требует дальнейшего научного освоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании: 13 янв. 2011 г., № 443-З: принят Палатой представителей 2 дек. 2008 г.: одобр. Советом Респ. 22 дек. 2010 г.: в ред. Закона Респ. Беларусь от 06.03.2023 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk1100243> (дата обращения: 02.12.2024).
2. Программа непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь на 2021–2025 годы // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
3. О Программе патриотического воспитания населения Республики Беларусь на 2022–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 дек. 2021 г., № 773 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100773> (дата обращения: 02.12.2024).
4. Егоров, О.Е. Гражданская идентичность в условиях современной глобализации: автореф. дис. ... канд. филос. наук: 09.00.11 / Егоров Олег Евгеньевич; ФГБОУ ВО «Моск. гос. ун-т имени М.В. Ломоносова». – Москва, 2015. – 22 с.
5. Семенова, Ю.А. Гражданская идентичность личности в глобализирующемся мире (философско-антропологический аспект): автореф. дис. ... канд. филос. наук: 09.00.13 / Семенова Юлия Александровна; ФГБОУ ВПО «Урал. гос. пед. ун-т». – Челябинск, 2012. – 22 с.
6. Гришина, Е.А. Гражданская идентичность российской молодежи: опыт мониторинговых исследований 90-х гг.: автореф. дис. ... д-ра социол. наук: 22.00.04 / Гришина Елена Александровна; Рос. гос. гуманитар. ун-т. – Москва, 2000. – 48 с.
7. Черных, Е.А. Формирование гражданской идентичности молодежи в условиях социальной неопределенности российского общества: автореф. дис. ... канд. социол. наук: 22.00.04 / Черных Елена Александровна; НОУ ВПО «Ин-т управления бизнеса и права». – Ростов-на-Дону, 2012. – 32 с.
8. Санина, А.Г. Наука, образование и бизнес как агенты формирования гражданской идентичности / А.Г. Санина // Известия Уральского государственного университета. Серия 1, Проблемы образования науки и культуры. – 2010. – № 5(84). – С. 7–13.
9. Конода, И.В. Становление гражданской идентичности россиян в процессе политической социализации: автореф. дис. ... канд. полит. наук: 23.00.02 / Конода Иветта Владимировна; Рос. акад. гос. службы при Президенте Рос. Федер. – Москва, 2007. – 29 с.
10. Ежова, М.Ю. Гражданство и формирование гражданской идентичности в постсоветской России и Таджикистане (сравнительный политико-правовой анализ): дис. ... д-ра полит. наук / Ежова Марина Юрьевна; Рос. акад. нар. хозяйства и гос. службы при Президенте Рос. Федер. – М., 2020. – 349 л.
11. Гальченко, А.С. Психологические детерминанты формирования гражданской идентичности у старшеклассников: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.07 / Гальченко Анна Сергеевна; ФГБОУ ВО «Рос. гос. пед. ун-т имени А.И. Герцена». – Санкт-Петербург, 2021. – 23 с.

REFERENCES

1. *Kodeks Respubliki Belarus ob obrazovanii: 13 yanv. 2011 g., № 443-Z* [Code of the Republic of Belarus on education: January 13, 2011, No. 443-Z: adopted by the House of Representatives on December 2, 2008: approved. by the Council of the Rep. on December 22, 2010: as amended by the Law of the Rep. of Belarus dated March 6, 2023], // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk1100243> (date of access: 02.12.2024).
2. *Programma nepreryvnogo vospitaniya detei i uchashcheisia molodezhi v Respublike Belarus na 2021–2025 gody* [Continuous Education Program for Children and Students in the Republic of Belarus for 2021–2025] // ConsultantPlus. Belarus / LLC “YurSpektr”, National. Center for Legal Information. Rep. Belarus. – Minsk, 2024.
3. *O programme patrioticheskogo vospitaniya naseleniya Respubliki Belarus ns 2022–2025 gody: Postanovleniye Soveta Ministrov Resp. Belarus, 29 dek. 2021 g., No 773* [On the Program of Patriotic Education of the Population of the Republic of Belarus for 2022–2025: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, December 29, 2021, No. 773], // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100773> (date of access: 12.02.2024).
4. Egorov O.E. *Grazhdanskaya identichnost v usloviyakh sovremennoi globalizatsii: avtoref. dis. ... kand. filos. nauk* [Civil identity in the context of modern globalization: PhD (Philosophy) Dissertation Abstract], Moscow, 2015, 22 p.
5. Semenova Yu.A. *Grazhdanskaya identichnost lichnosti v globaliziruyushchemsya mire (filosofsko-antropologicheski aspekt): avtoref. dis. ... kand. filos. nauk* [Civil identity of the individual in the globalizing world (philosophical and anthropological aspect): PhD (Philosophy) Dissertation Abstract], Chelyabinsk, 2012, 22 p.
6. Grishina E.A. *Grazhdanskaya identichnost rossiiskoi molodezhi: opyt monitoringovykh issledovani 90-kh gg.: avtoref. dis. ... d-ra sotsiol. nauk* [Civil identity of Russian youth: experience of monitoring studies of the 90s: author’s Dr.Sc. (Sociology) Dissertation Abstract], Moscow, 2000, 48 p.
7. Chernykh E.A. *Formirovaniye grazhdanskoi identichnosti molodezhi v usloviyakh sotsialnoi neopredelennosti rossiiskogo obshchestva: avtoref. dis. ... kand. sotsiol. nauk* [Formation of civil identity of youth in the conditions of social uncertainty of Russian society: PhD (Sociology) Dissertation Abstract], Rostov-on-Don, 2012, 32 p.
8. Sanina A.G. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1, Problemy obrazovaniya, nauki i kultury* [Bulletin of the Ural State University. Ser. 1, Problems of education, science and culture], 2010, 5(84), pp. 7–13.
9. Konoda I.V. *Stanovleniye grazhdanskoi identichnosti rossiyan v protsesse politicheskoi sotsializatsii: avtoref. dis. ... kand. polit. nauk* [Formation of civic identity of Russians in the process of political socialization: PhD (Political Science) Dissertation Abstract], Moscow, 2007, 29 p.
10. Ezhova M.Yu. *Grazhdanstvo i formirovaniye grazhdanskoi identichnosti v postsovetskoj Rossii i Tadjikistane (sravnitelny politiko-pravovoi analiz): dis. ... d-ra polit. nauk* [Citizenship and formation of civic identity in post-Soviet Russia and Tajikistan (comparative political and legal analysis): Dr.Sc. (Political Science) Dissertation], Moscow, 2020, 349 p.
11. Galchenko A.S. *Psikhologicheskiye determinanty formirovaniya grazhdanskoi identichnosti u strsheklassnikov: avtoref. dis. ... kand. psikhol. nauk* [Psychological determinants of the formation of high school student civic identity: PhD (Psychology) Dissertation Abstract], St. Petersburg, 2021, 23 p.

Поступила в редакцию 17.02.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: egor.iluo@gmail.com – Ильин Е.А.

НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК УСЛОВИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ: ОПЫТ КНР

Е.Н. Джух

Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы»

Актуальность данного исследования определяется влиянием непрерывного образования на развитие карьеры. Развитие и планирование карьеры очень важно в эпоху технологий, поскольку нынешний век и глобальные изменения породили атмосферу, в которой почти все конкурируют друг с другом. Понимание того, как непрерывное образование влияет на карьерный рост, позволяет оптимизировать человеческий капитал. По мере расширения влияния КНР в мировой экономике карьерное развитие выпускников учреждений образования актуализирует изучение и анализ всех аспектов непрерывного образования в Китае.

Цель статьи – определение особенностей системы непрерывного образования в КНР и ее влияния на карьерный рост и конкурентоспособность выпускников.

Материал и методы. *Материалом послужили научные исследования ученых по проблеме непрерывного образования в КНР, а также нормативно-правовые акты китайских учреждений образования. Методы: логико-исторического, теоретического и сравнительного анализа, обобщение и систематизация полученных результатов.*

Результаты и их обсуждение. *Проанализированы общие черты и характеристики непрерывного образования в КНР, представлены его достижения и проблемы. Установлено, что непрерывное образование имеет большое значение для повышения конкурентоспособности, занятости и профессионализма выпускников учреждений образования, а также для реализации личных интересов и трансформации карьеры.*

Заключение. *Результаты исследования показывают, что при выборе непрерывного образования выпускники в основном обеспокоены повышением конкурентоспособности и профессионализма: они склоняются к послевузовскому образованию или профессиональной подготовке, онлайн-обучению.*

Ключевые слова: *непрерывное образование, метапредметные навыки, конкурентоспособность, инновационные образовательные технологии.*

CONTINUING EDUCATION AS A CONDITION FOR GRADUATES' COMPETITIVENESS: THE EXPERIENCE OF CHINA

E. Jukh

Education Establishment "Yanka Kupala State University of Grodno"

The relevance of this study is determined by the impact of continuing education on career development. Career development and planning are very important in the technology era as the current age and global changes have created an atmosphere where almost everyone is competing with each other. Understanding how continuing education influences career development helps optimize human capital. As the influence of the PRC in the global economy grows, the career development of graduates of education establishments makes the study and analysis of all aspects of lifelong education in China relevant.

The purpose of the article is to determine the features of the continuing education system in China and assess its impact on the career growth and competitiveness of graduates.

Material and methods. *The material was based on scientific research of scientists on the problem of continuing education in the PRC, as well as regulatory and legal acts of Chinese educational institutions. During the study, methods of logical-historical, theoretical and comparative analysis, generalization and systematization of the obtained results were used.*

Findings and their discussion. *The general features and characteristics of continuing education in the PRC are analyzed, its achievements and problems are presented. It has been established that continuing education is of great importance for increasing the competitiveness, employment and professionalism of graduates of educational institutions, as well as for the realization of personal interests and career transformation.*

Conclusion. *The research results show that when choosing continuing education, graduates are mainly concerned about increasing competitiveness and increasing professionalism. In terms of choosing a form of continuing education, they are more inclined to postgraduate education, further education or professional training, online learning.*

Key words: *continuing education, meta-subject skills, competitiveness, innovative educational technologies.*

В быстро меняющейся социальной и экономической среде непрерывное образование является не только необходимостью для индивидуального карьерного роста, но и ключевым фактором повышения конкурентоспособности выпускников. Построение системы непрерывного образования является общей тенденцией развития образования во всем мире. В КНР накоплен значительный опыт в данной области. Необходимость непрерывного образования для выпускников учреждений образования в Китае претерпела значительные изменения за последние несколько десятилетий как из-за постоянных инвестиций в образование со стороны государства, так и из-за существующих потребностей социально-экономического развития страны.

Непрерывное образование больше не ограничивается традиционными очными курсами, а охватывает широкий спектр форм и технологий, таких как сетевое образование, онлайн-образование и профессиональное обучение [1]. Современные платформы онлайн-обучения, гибкие образовательные программы, курсы самообучения предоставляют выпускникам возможность организовывать образовательный процесс в соответствии со своим собственным графиком и потребностями.

Существует тесная и сложная связь между развитием карьеры после окончания учреждения образования и непрерывным образованием. В быстро меняющейся экономической среде выпускники постоянно обновляют собственные знания и навыки и повышают свою квалификацию, посещая профессиональные тренинги, семинары или онлайн-курсы [2]. Кроме того, непрерывное образование помогает развивать лидерские качества выпускников, креативное мышление и метапредметные навыки. Благодаря участию в программах непрерывного образования обучающиеся часто знакомятся с новейшими разработками и передовыми технологиями в своей профессиональной отрасли, что помогает им лучше понимать тенденции развития карьеры и планировать собственные образовательные и профессиональные траектории развития.

Что касается перспектив для развития непрерывного образования, китайское правительство смогло выстроить диверсифицированную систему такого образования, включая послевузовское образование, обучение на рабочем месте, программы профессиональной сертификации, профессиональную практическую подготовку и онлайн-обучение. В то же время учреждения образования создали школы непрерывного образования, которые предлагают ряд курсов и программ, адаптированных к различным потребностям. Кроме того, правительство поощряет предприятия и учреждения к сотрудничеству с учреждениями образования для создания корпоративных университетов или индивидуальных программ обучения для удовлетворения индивидуальных и ориентированных на карьеру потребностей в обучении.

Спрос на непрерывное образование характеризуется диверсификацией и индивидуализацией среди выпускников китайских учреждений образования, в то время как предложение образования стремится к балансу и оптимизации на фоне противоречия между спросом и предложением.

Цель статьи – определить особенности системы непрерывного образования в КНР и оценить его влияние на карьерный рост и конкурентоспособность выпускников.

Материал и методы. Материалом послужили научные исследования ученых по проблеме непрерывного образования в КНР, а также нормативно-правовые акты китайских учебных учреждений. Методы: логико-исторического, теоретического и сравнительного анализа, обобщение и систематизация полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. Согласно исследованию Организации экономического сотрудничества и развития, непрерывное образование рассматривается как ключевая стратегия для преодоления изменений на рынке труда и повышения национальной конкурентоспособности [3].

В контексте экономики, основанной на знаниях, непрерывное образование рассматривается как краеугольный камень профессиональной конкурентоспособности человека. Трансформации на рынке труда и появление новых профессий требуют от людей постоянного обучения, чтобы адаптироваться к динамичным изменениям в профессиональных требованиях. Подобные изменения требуют

не только обновления профессиональных знаний, но и подчеркивают необходимость развития креативности, критического мышления и метапредметных навыков, которые являются важными целями непрерывного образования.

Концепция непрерывного образования обуславливает как необходимость совершенствования профессиональных навыков, так и развития способности человека к самостоятельному обучению.

Во всем мире и в развитых, и в развивающихся странах растет спрос на сотрудников с метапредметными навыками и опытом на рынке труда, что, несомненно, способствует усилению роли непрерывного образования [4].

Историческое развитие непрерывного образования для выпускников университетов в Китае напрямую связано с основанием Китайской Народной Республики в 1949 году. На этом фоне нехватки высококвалифицированных специалистов Министерство образования одобрило организацию рядом колледжей и университетов заочного обучения и вечерних специализированных курсов. С постепенным развитием заочного образования в 1956 году Министерство образования выпустило документ «Временные положения о проведении заочного обучения», в котором излагались четкие правила относительно целевых показателей приема на заочное обучение, количества лет обучения, учебных программ и системы экзаменов. Введение этого положения заложило основу для развития стандартов непрерывного образования.

Однако в силу исторических причин развитие указанного вида образования в этот период было относительно медленным, сталкивалось со многими трудностями, такими как нехватка преподавателей и учебных ресурсов, но накопило ценный опыт для последующего развития [5].

В 1978 году состоялось судьбоносное заседание Коммунистической партии Китая, ознаменовавшее вступление страны в новый период реформ и открытости. С быстрым экономическим развитием и общим прогрессом общества резко возрос спрос страны на специалистов. В мае 1980 года была создана система экзаменов для получения непрерывного образования. Благодаря гибким и разнообразным формам обучения, широкому охвату и высокой степени общественного признания эта система экзаменов стала важной частью непрерывного образования.

С углублением реформ и открытости и растущими требованиями общества формы непрерывного образования постепенно диверсифицировались. Помимо традиционного заочного обучения, появились также другие формы непрерывного образования, такие как профессиональная подготовка. В период ускоренного развития и стандартизации (начало 2000-х – конец 2010-х годов) с быстрым развитием интернет-технологий сетевое образование постепенно стало новым фаворитом непрерывного образования. В 2000 году Министерство образования Китая одобрило 68 общих колледжей и университетов и Центральный университет радио и телевидения для проведения пилотной работы по современному дистанционному образованию. Эта инициатива ознаменовала вступление непрерывного образования Китая в новую эру онлайн-образования. Сетевое образование быстро привлекло внимание большого количества обучающихся из-за своих преимуществ преодоления временных и пространственных ограничений, богатых и разнообразных ресурсов и гибкой автономии обучения.

В последние годы число выпускников колледжей в Китае продолжает расти и, как ожидается, достигнет 11,79 млн в 2025 году, что является рекордным показателем. Резкий рост числа выпускников напрямую привел к все более жесткой конкуренции на рынке труда. Хотя Министерство образования и смежные ведомства активно принимают меры по содействию занятости, давление на занятость со стороны большой группы выпускников все еще нельзя игнорировать. Многие выпускники сталкиваются с такими проблемами, как устаревшие специальности, низкие зарплаты, а также удаленные рабочие места, что заставляет их изменять взгляды на собственные карьерные планы и рассматривать повышение своей конкурентоспособности за счет дальнейшего образования.

Неравномерное распределение образовательных ресурсов является давней проблемой в Китае. Высококачественные образовательные ресурсы, как правило, сосредоточены в экономически развитых крупных городах и ключевых университетах, в то время как в центральных и западных регионах, сельских районах наблюдается значительная нехватка таких ресурсов. Для выпускников университетов это означает, что их выбор путей дальнейшего образования может быть ограничен

географией и уровнем учреждения, что затрудняет им доступ к образовательным ресурсам самого высокого качества [6].

Для выпускников китайских университетов планирование карьеры и неопределенность рынка труда являются одними из тех вопросов, на которых им следует сосредоточиться при получении непрерывного образования. С корректировкой промышленной структуры и изменениями на рынке труда многие традиционные отрасли сталкиваются с давлением трансформации и модернизации, в то время как новые отрасли продолжают появляться. Это заставляет выпускников быть более осторожными и рациональными в анализе рыночного спроса, собственных интересов и сильных сторон при выборе специальности и направления непрерывного образования.

Согласно статистике правительства Китая, по состоянию на 31 мая 2022 года в Поднебесной насчитывалось 3013 высших учебных заведений, более 60% из которых предлагали непрерывное образование. В одном из опросов 2023 года приняли участие 1000 студентов из пяти различных китайских учреждений образования. Результаты данного исследования показали, что подавляющее большинство студентов выразили желание продолжить свое образование, из них 72% респондентов заявили, что хотели бы продолжить образование сразу после окончания учебы. При выборе области непрерывного образования студенты в основном ставят следующие цели обучения: повышение конкурентоспособности на рынке труда (42%), повышение профессионализма (28%), достижение личных интересов (18%) и смена профессии или работы (12%) [7].

С точки зрения выбора вида непрерывного образования студенты преимущественно отдают предпочтение последипломному образованию (38%), дальнейшему или профессиональному обучению (29%), онлайн-обучению (18%) и прохождению профессиональной сертификации (15%).

Проведенное исследование выявило, что академическое образование (поступление в аспирантуру) пользуется особой популярностью [7].

Курсы профессионального обучения и сертификации пользуются популярностью у выпускников университетов из-за их краткосрочности и эффективности. Эти программы обычно охватывают широкий спектр профессиональных навыков, отраслевых знаний и управленческих навыков, которые помогают выпускникам быстро адаптироваться к требованиям рынка труда.

С постоянным совершенствованием системы сертификации профессиональных навыков все больше выпускников университетов выбирают повышение собственной профессиональной конкурентоспособности с помощью сертификации.

С развитием интернет-технологий онлайн-образование и самообучение стало важным выбором для выпускников университетов для продолжения своего образования [7]. Эти виды обучения обладают преимуществами из-за обилия ресурсов и низкой стоимости, что позволяет выпускникам университетов учиться в любое время и в любом месте.

Ключевыми факторами, которые затрудняют студентам продолжение обучения, являются финансовые вопросы (45%), нехватка времени (32%) и отсутствие необходимой информации (18%).

Заключение. Таким образом, большой процент выпускников китайских университетов готов выбрать дальнейшее образование. С точки зрения изначальной цели и причин выбора повышения своего образования, потребность в усилении квалификации основная. Выпускники планируют получить более высокую квалификацию, такую как степень магистра или доктора, чтобы повысить свой статус в академических областях или определенных отраслях. Кроме того, некоторые отрасли или должности предъявляют четкие требования к академической квалификации, поэтому ее повышение также стало для них важной причиной выбора непрерывного образования. Многие выпускники университетов выбирают непрерывное образование, чтобы повысить свои профессиональные навыки и конкурентоспособность, чтобы справиться с трудностями на рабочем месте и добиться дальнейшего продвижения по службе.

В будущем, с дальнейшим продвижением концепции непрерывного образования и инновационных образовательных технологий КНР планирует совершенствовать свою систему непрерывного образования для удовлетворения потребностей обучающихся разных уровней, а также для оказания содействия личностному развитию выпускников и прогрессу общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yang, R. Let's Get Real: China's Higher Education Development and Its Global Significance / R. Yang // *Front Educ China*. – 2018. – Vol. 1. – P. 459–466. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11516-018-0025-x> (date of access: 20.02.2025).
2. Zun-min, Wu. The Basic Concept of Lifelong Education [J] / Wu Zun-min. – *Open University Acta Geographica Sinica*, 2016. – P. 75–79.
3. Fang, W. The Evolution, Development Potential and Future Path of Chinese-Style Lifelong Education Modernization / W. Fang, J. Zheng, X. Xia // *Creative Education*. – 2024. – Vol. 15. – P. 418–437. – URL: <https://doi.org/10.4236/ce.2024.153026> (date of access: 25.01.2025).
4. Holodny, E. The rise, fall, and comeback of the Chinese economy over the past 800 years / E. Holodny // *Business Insider*. – 2017. – № 1. – URL: <https://www.businessinsider.com/history-of-chinese-economy-1200-2017-2017-1> (date of access: 01.02.2025).
5. Joo, Y.J. Examination of relationships among students' self determination, technology acceptance, satisfaction, and continuance intention to use K-MOOCs / Y.J. Joo, H.J. So, N.H. Kim // *Computers and Education*. – 2018. – Vol. 122. – P. 260–272.
6. Tang, Y. Research on the status quo and countermeasures of college labor education in the new era / Y. Tang // *Science and Education Wenhui*. – 2018. – Vol. 10. – P. 53–56. – URL: <https://doi.org/10.16871/j.carol.carroll.nki.KJWH> (date of access: 01.01.2025).
7. Zhang, M. Investigation and Countermeasures of college students' labor education in the New Era – Based on empirical analysis of some universities in Ningbo / M. Zhang, Li Zheng, & Niu Baiwen // *Baiwen Journal of Heilongjiang Teacher Development College*. – 2023. – Vol. 5. – P. 11–14.

REFERENCES

1. Yang, R. Let's Get Real: China's Higher Education Development and Its Global Significance. *Front Educ China* 13, 459–466 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11516-018-0025-x>.
2. Zun-min Wu (2016). The Basic Concept of Lifelong Education [J]. *Jiangsu Open University Acta Geographica Sinica*, (1):75–79.
3. Fang, W., Zheng, J. and Xia, X. (2024). The Evolution, Development Potential and Future Path of Chinese-Style Lifelong Education Modernization. *Creative Education*, 15, 418–437. DOI: 10.4236/ce.2024.153026.
4. Holodny, E. (2017). The rise, fall, and comeback of the Chinese economy over the past 800 years. *Business Insider*, January 8, 2017. Retrieved November 19, 2018, from <https://www.businessinsider.com/history-of-chinese-economy-1200-2017-2017-1>.
5. Joo, Y.J., So, H.J., and Kim, N.H. (2018). "Examination of relationships among students' self determination, technology acceptance, satisfaction, and continuance intention to use K-MOOCs", *Computers and Education*, vol. 122, pp. 260–272.
6. Tang Yuchun. (2022). Research on the status quo and countermeasures of college labor education in the new era. *Science and Education Wenhui*, (10), 53–56. DOI: 10.16871/j.carol.carroll.nki.KJWH. 2022.10.015.
7. Zhang Miao, Li Zheng, & Niu Baiwen. (2023). Investigation and Countermeasures of college students' labor education in the New Era – Based on empirical analysis of some universities in Ningbo. *Journal of Heilongjiang Teacher Development College*, (05), 11–14.

Поступила в редакцию 03.04.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: lenajukh@gmail.com – Джух Е.Н.

УДК 373.5.016:510.315

ФУНКЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АЛГЕБРЫ В VII–XI КЛАССАХ

В.В. Устименко, Т.Б. Караулова, Т.А. Александрович
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

Алгебраический компонент VII–XI классов строится по следующим содержательным линиям: числа и вычисления; выражения и их преобразования; уравнения и неравенства; функции. В связи с этим различные подходы к изучению функций определяются местом функционального материала в данной структуре курса алгебры. При освоении функций происходит формирование мировоззрения учащихся, а также реализация межпредметных связей с другими учебными дисциплинами.

Цель исследования – выявить возможности формирования функциональной грамотности при изучении алгебры в VII–XI классах в учреждениях общего среднего образования.

Материал и методы. *Дидактический материал разработан авторами для экспериментального применения в профильных классах на базе ГУО «Средняя школа № 31 г. Витебска имени В.З. Хоружей», а также на занятиях по частной методике преподавания со студентами факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова. При этом использованы эмпирические и логические методы исследования.*

Результаты и их обсуждение. *Обучающий материал сформирован с помощью учебников и учебных пособий по алгебре разных лет издания, учебно-методической литературы по методике преподавания математики, авторского подхода к изучению темы «Функции». Выявлено содержание данной темы и его распределение по классам. Приведенные примеры преобразования графиков элементарных функций дают возможность достичь высокого уровня функциональной грамотности учащихся, способствуют выработке таких приемов мыслительной деятельности, как сравнение, аналогия, анализ, синтез, индукция, дедукция, конкретизация, обобщение.*

Переход от графика простой функции к более сложной можно рассматривать в контексте технологии укрупнения дидактических единиц, показывающей связи между различными формулами, которые задают сложные функции, и позволяющей относительно быстро строить их графики, а по ним изучать свойства.

Заключение. *Своевременное использование теории и практики преобразования графиков функций на уроках и факультативных занятиях по математике будет положительно влиять на формирование познавательных интересов и развитие творческих способностей обучаемых.*

Ключевые слова: функции, преобразования графиков функции, обучающий материал.

FUNCTIONS IN STUDYING 7th–9th YEAR ALGEBRA

V.V. Ustimenko, T.B. Karaulova, T.A. Aleksandrovich
Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

The algebra component for grades VII–XI is structured along the following thematic lines: numbers and calculations; expressions and their transformations; equations and inequalities; functions. In this context, different approaches to studying functions are determined by the place of functional material in this structure of the algebra course. Studying functions helps shape student's worldview and also facilitates interdisciplinary connections with other academic subjects.

The purpose of the study is to identify the possibilities for developing functional literacy while studying algebra in the 7th-9th years of secondary school.

Material and methods. *The didactic material was developed by the authors for experimental use in pre-profile classes on the basis of the State Education Establishment “V.Z. Horuzhaya Secondary School No. 31 of Vitebsk” as well as in private teaching methodology classes with students of the Faculty of Mathematics and Information Technologies at Vitebsk State P.M. Masherov University. Empirical and logical research methods were used.*

Findings and their discussion. *The academic material was developed using algebra textbooks and manuals from different years of publication, educational and methodological literature on the methodology of teaching mathematics, and the authors' approach to studying the topic of Functions. The content of this topic and its distribution by years have been identified. The provided examples of transforming graphs of elementary functions allow students to achieve a high level of functional literacy and contribute*

to the development of such cognitive skills as comparison, analogy, analysis, synthesis, induction, deduction, concretization, and generalization.

The transition from the graph of a simple function to a more complex one can be considered in the context of the technology of enlarging didactic units, showing the connections between various formulas that define complex functions, allowing relatively quick construction of their graphs and studying their properties through them.

Conclusion. Timely use of the theory and practice of transforming function graphs in lessons and extracurricular mathematics classes will positively influence the formation of students cognitive interests and the development of their creative abilities.

Key words: functions, transformations of function graphs, teaching material.

Алгебраический компонент VII–XI классов строится по следующим содержательным линиям: числа и вычисления; выражения и их преобразования; уравнения и неравенства; функции. В связи с этим различные подходы к изучению функций определяются местом функционального материала в данной структуре курса алгебры. Учащихся необходимо ознакомить с такими общефункциональными понятиями, как способы задания функции, график, область определения (значения), нули, промежутки знакопостоянства функции, убывающая, возрастающая, четная, нечетная, периодическая функции, наибольшее и наименьшее значение функции.

Возможны два варианта включения функций в учебный материал:

1) раннее внедрение функций, которое значительно опережает изучение тождественных преобразований выражений, уравнений и неравенств, приводящее к снижению уровня строгости в обосновании свойств функций, преобладанию наглядно-геометрических методов исследования;

2) позднее внедрение общефункциональных понятий, которое делает изучение конкретных функций менее систематичным и определенным.

Целесообразно искать нечто среднее. При этом особую роль играет построение графика функции, которое можно осуществить следующими способами:

а) по точкам, составив таблицу значений x и y ;

б) как результат исследования функции аналитическими методами;

в) как результат преобразований графика простой функции к более сложной.

Вместе с тем необходимо формировать умение читать графики функций, то есть переводить с графического языка на аналитический и обратно, с аналитического языка на графический.

Кроме того, при изучении функций происходит становление мировоззрения учащихся, а также реализация межпредметных связей с другими учебными дисциплинами. Так, например, язык функций широко используется для описания результатов опытов, экспериментов.

Цель исследования – выявить возможности формирования функциональной грамотности при изучении алгебры в VII–XI классах средней школы.

Материал и методы. Обучающий материал сформирован с помощью учебников и учебных пособий по алгебре разных лет издания, учебно-методической литературы по методике преподавания математики, авторского подхода к изучению данной темы, использован в учебном процессе профильных математических классов на базе ГУО «Средняя школа № 31 г. Витебска имени В.З. Хоружей», а также на занятиях по частной методике преподавания со студентами факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова.

Для достижения поставленной цели применялись эмпирические и логические методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Установлено изучение функций по следующей схеме:

1) рассмотреть целесообразно подобранную задачу, с помощью которой мотивируется изучение новой функции;

2) сформулировать определение функции на основе математизации конкретного материала;

3) составить таблицу значений функции и построить «по точкам» ее график (провести аналитическое исследование свойств функции);

4) провести исследование основных свойств функции по графику (построить по результатам исследования график функции);

5) разобрать упражнения на применение изученных свойств функции.

Выявлено содержание темы «Функции» и его распределение по классам. Результаты данного анализа представлены в виде табл.:

Рассмотрим теоретические основы преобразования графиков функций.

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графика функции $y = -g(x)$.

Возьмем на графике функции $y = g(x)$ точку $K(x_0; y_0)$, а также симметричную ей точку $K_1(x_0; -y_0)$ относительно оси абсцисс. Поэтому выполняется равенство $-y_0 = -g(x)$. Следовательно, точка $K_1(x_0; -y_0)$ лежит на графике функции $y = -g(x)$. Так как у функций $y = g(x)$ и $y = -g(x)$ области определения совпадают, то можно сделать вывод, что график функции $y = -g(x)$ можно получить симметричным построением из графика функции $y = g(x)$ относительно оси абсцисс. Составим пары подобных элементарных функций, изучаемых в школьном курсе алгебры: $y = x^2$ и $y = -x^2$; $y = \frac{1}{x}$ и $y = -\frac{1}{x}$; $y = x^3$ и $y = -x^3$; $y = |x|$ и $y = -|x|$; $y = \sqrt{x}$ и $y = -\sqrt{x}$; $y = \sin x$ и $y = -\sin x$; $y = \cos x$ и $y = -\cos x$; $y = \operatorname{tg} x$ и $y = -\operatorname{tg} x$; $y = \operatorname{ctg} x$ и $y = -\operatorname{ctg} x$; $y = 2^x$ и $y = -2^x$; $y = \log_2 x$ и $y = -\log_2 x$.

Построим схематично графики некоторых пар функций (рис. 1):

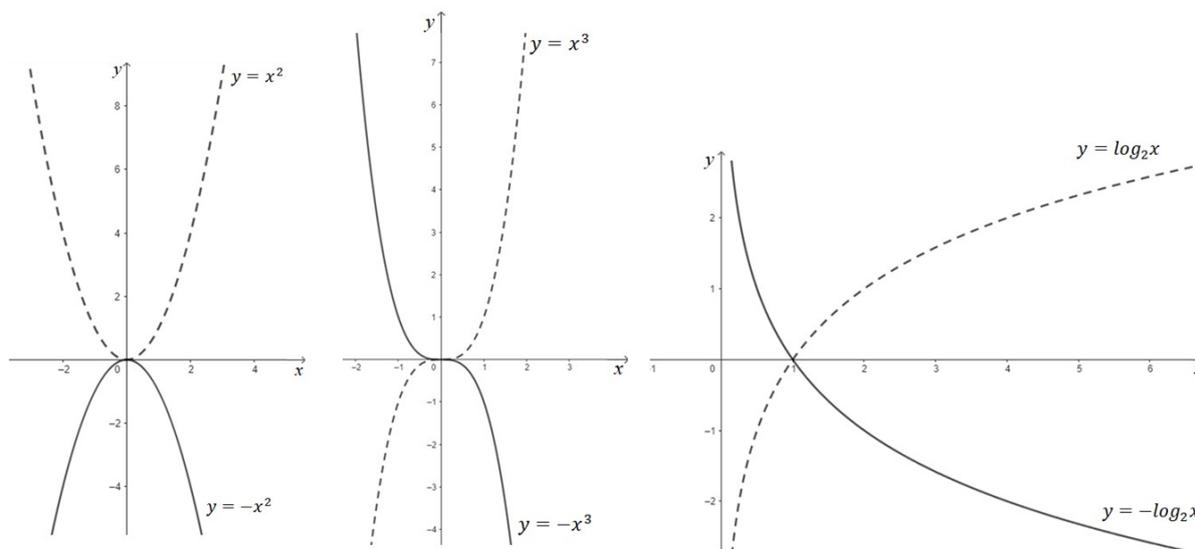


Рис. 1

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графика функции $y = g(-x)$.

Возьмем на графике функции $y = g(x)$ точку $K(x_0; y_0)$, а также симметричную ей точку $K_1(-x_0; y_0)$ относительно оси ординат. Поэтому выполняется равенство $y_0 = f(-(-x_0))$. Следовательно, точка $K_1(-x_0; y_0)$ лежит на графике функции $y = g(-x)$. Так как у функций $y = g(x)$ и $y = g(-x)$ области определения симметричны относительно точки $O(0;0)$, то можно сделать вывод, что график функции $y = g(-x)$ можно получить симметричным построением из графика функции $y = g(x)$ относительно оси ординат.

Составим пары подобных элементарных функций, изучаемых в школьном курсе алгебры: $y = \frac{1}{x}$ и $y = \frac{1}{-x}$; $y = x^3$ и $y = (-x)^3$; $y = \sin x$ и $y = \sin(-x)$; $y = 2^x$ и $y = 2^{-x}$; $y = \sqrt{x}$ и $y = \sqrt{-x}$; $y = \log_2 x$ и $y = \log_2(-x)$.

Построим схематично графики функций $y = \sqrt{-x}$, $y = 2^{-x}$ и $y = \log_2(-x)$ (рис. 2).

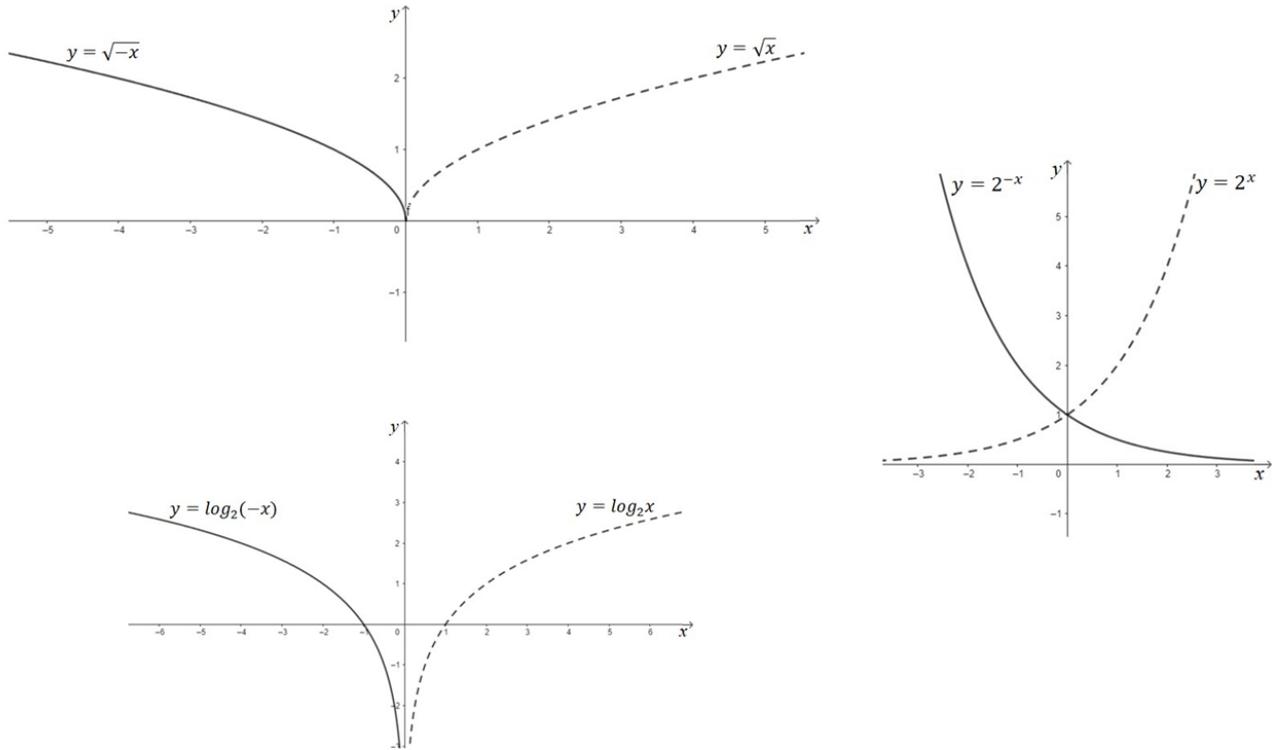


Рис. 2

З а м е ч а н и е. Для четных функций данный способ построения графика не работает, так как $y = (-x)^2 = x^2$; $y = |-x| = |x|$, $y = \cos(-x) = \cos x$.

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графика функции $y = Ag(x)$.

Возьмем на графике функции $y = g(x)$ точку $K(x_0; y_0)$. Это означает, что $y_0 = g(x_0)$. Выберем точку $K_1(x_0; Ay_0)$, координаты которой преобразуют условие $Ay_0 = Ag(x_0)$ в верное равенство. Следовательно, точка $K_1(x_0; Ay_0)$ лежит на графике функции $y = Ag(x)$.

Рассмотрим четыре возможных случая для числа A :

1. $A \in (1; +\infty)$. Тогда точка $K_1(x_0; Ay_0)$ получается из точки $K(x_0; y_0)$ увеличением ординаты точки K в A раз. Следовательно, график функции $y = Ag(x)$ вытекает из графика функции $y = g(x)$ растяжением в A раз вдоль оси ординат графика функции $y = g(x)$.

2. $A = 1$. Тогда $y = 1 \cdot g(x) = g(x)$. С графиком функции $y = g(x)$ ничего не происходит.

3. $A \in (0; 1)$. Так как $A = 1: \frac{1}{A}$, то точка $K_1(x_0; Ay_0)$ получается из точки $K(x_0; y_0)$ уменьшением ординаты точки K в $\frac{1}{A}$ раз. Следовательно, график функции $y = Ag(x)$ получается из графика функции $y = g(x)$ сжатием в $\frac{1}{A}$ раз вдоль оси ординат графика функции $y = g(x)$.

4. $A \in (-\infty; 0)$. В этом случае $A = -|A|$ и построение графика функции $y = Ag(x)$ осуществляется за два шага:

а) построение графика функции $y = |A|g(x)$ по графику функции $y = f(x)$;

б) построение графика функции $y = -|A|g(x)$ по графику функции $y = |A|g(x)$.

Построим схематично графики функций $y = -2x^2$ и $y = 2\sin x$ (рис. 3).

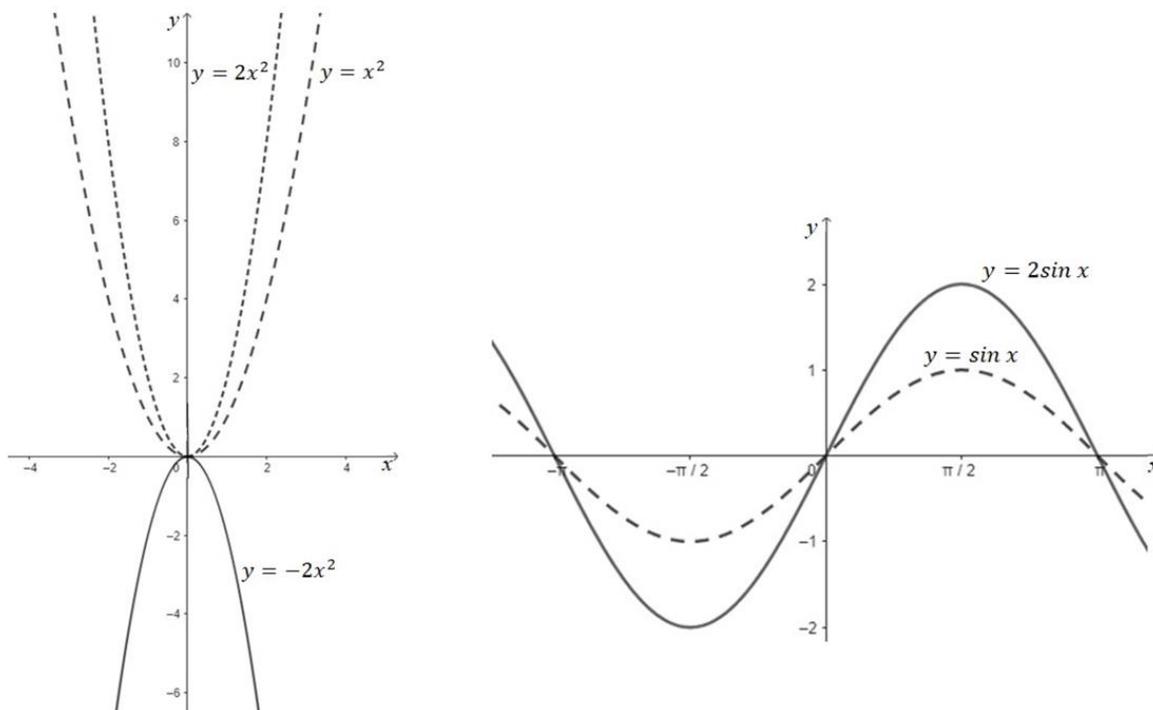


Рис. 3

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графика функции $y = g(mx)$.

Область определения функции $y = g(mx)$ состоит из тех x , для которых число $kx \in D(g(x))$. Возьмем на графике функции $y = g(x)$ точку $K(x_0; y_0)$. Это означает, что $y_0 = g(x_0)$. Выберем точку $K_1\left(\frac{1}{m}x_0; y_0\right)$, координаты которой преобразуют условие $y_0 = g\left(\frac{x_0}{m}\right)$ в верное равенство. Следовательно, точка $K_1\left(\frac{1}{m}x_0; y_0\right)$ лежит на графике функции $y = g(mx)$. Рассмотрим четыре возможных случая для числа m :

1. $m \in (1; +\infty)$. Тогда точка $K_1\left(\frac{1}{m}x_0; y_0\right)$ получается из точки $K(x_0; y_0)$ уменьшением абсциссы точки K в m раз. Следовательно, график функции $y = g(mx)$ получается из графика функции $y = g(x)$ сжатием вдоль оси абсцисс графика функции $y = g(x)$.

2. $m = 1$. Тогда $y = g(1 \cdot x) = g(x)$. С графиком функции $y = g(x)$ ничего не происходит.

3. $m \in (0; 1)$. Так как точка $K_1\left(\frac{1}{m}x_0; y_0\right)$ получается из точки $K(x_0; y_0)$ увеличением абсциссы точки K в $\frac{1}{m}$ раз, то и график функции $y = g(mx)$ получается путем растяжения в $\frac{1}{m}$ раз вдоль оси абсцисс графика функции $y = g(x)$.

4. $m \in (-\infty; 0)$. В этом случае $m = -|m|$ и построение графика функции $y = g(mx)$ осуществляется за два действия:

а) построение графика функции $y = g(|m|x)$ по графику функции $y = g(x)$;

б) построение графика функции $y = g(-|m|x)$ по графику функции $y = g(|m|x)$.

Построим схематично графики функций $y = 2^{-2x}$ и $y = \log_2\left(-\frac{1}{3}x\right)$ (рис. 4).

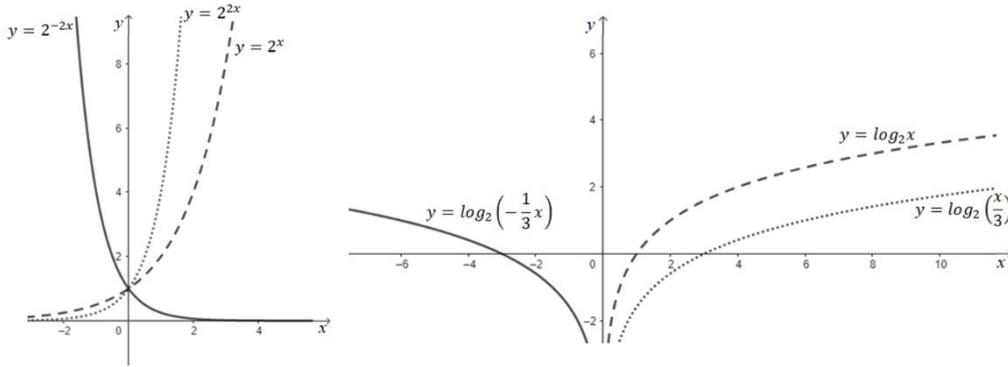


Рис. 4

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графиков функций $y = g(x - b)$ и $y = g(x) + b$ рассмотрено ранее [1].

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графика функции $y = |g(x)|$.

Возьмем на графике функции $y = g(x)$ точку $K(x_0; y_0)$. Это означает, что $y_0 = g(x_0)$.

Возможны два случая для y_0 :

1) если $y_0 \in [0; +\infty)$, то $|g(x_0)| = g(x_0) = y_0$ и точка $K(x_0; y_0)$ находится на графике функции $y = |f(x)|$. Следовательно, все точки графика $y = g(x)$, лежащие на оси абсцисс и выше ее, остаются на листе;

2) если $y_0 \in (-\infty; 0)$, то $|f(x_0)| = -f(x_0) = -y_0$ и точка $K_1(x_0; -y_0)$ принадлежит графику функции $y = |f(x)|$. Следовательно, все точки графика $y = f(x)$, лежащие ниже оси абсцисс, переходят в точки, симметричные относительно оси Ox .

Построим схематично графики функций $y = |x^2 - 1|$ и $y = |\log_2 x|$ (рис. 5).

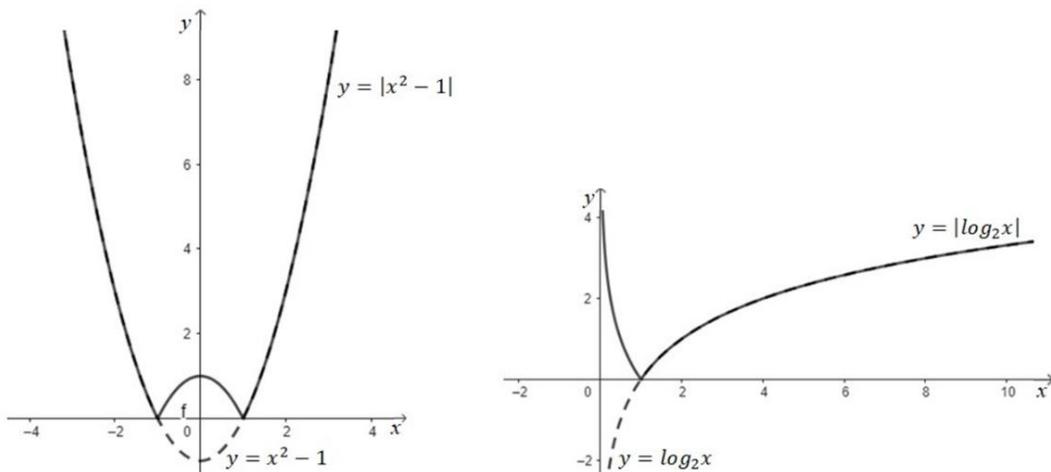


Рис. 5

Использование графика функции $y = g(x)$ для получения графика функции $y = g(|x|)$.

Область определения функции $y = g(|x|)$ симметрична относительно нуля и $g(|-x|) = g(|x|)$. Следовательно, функция $y = g(|x|)$ четная. Поэтому ее график симметричен относительно оси Oy , и его построение осуществляется в два этапа:

а) строим часть графика функции $y = g(x)$ для $x \geq 0$;

б) отображаем правую часть графика функции симметрично относительно оси ординат.

Построим схематично графики функций $y = 2^{|x|}$ и $y = \log_2|x|$ (рис. 6).

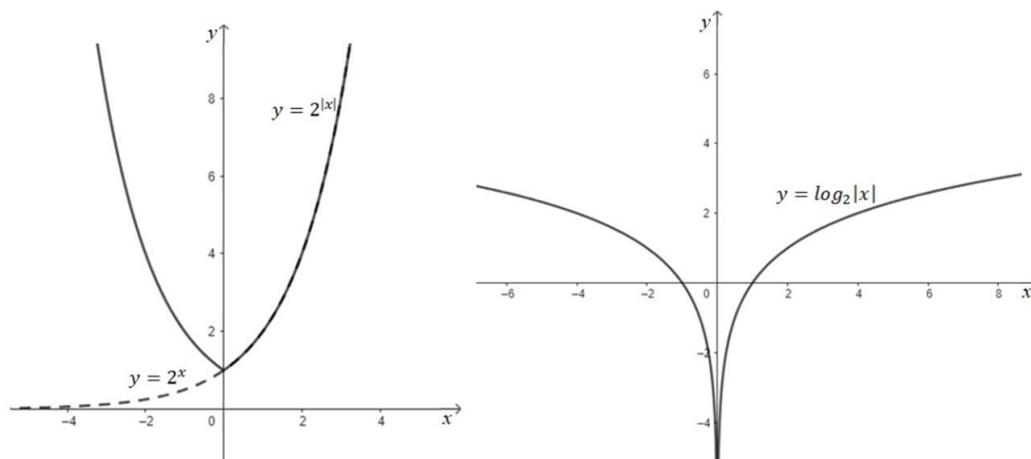


Рис. 6

Детальный анализ «старых» учебников алгебры показал, что изучение квадратичной функции началось с функции $y = ax^2$. Рассматривались подробно следующие случаи:

- а) $a = 1$, тогда $y = x^2$;
- б) $0 < a < 1$, тогда, например, $y = \frac{1}{2}x^2$;
- в) $a > 1$, тогда, например, $y = 2x^2$;
- г) $a < 0$, тогда, например, $y = -2x^2$.

Далее изучались функции $y = ax^2 + k$, $y = a(x - m)^2$, $y = a(x - m)^2 + k$, их графики и свойства. Полученные при их рассмотрении выводы о преобразованиях графиков применимы к любым функциям. Кроме того, в учебнике алгебры присутствовали соответствующие упражнения:

- 1) используя шаблон параболы $y = x^2$, постройте графики функций $y = (x - 2)^2 + 3$ и $y = -(x - 3)^2 + 5$;
- 2) изобразите схематически графики функций $y = \frac{1}{2}(x - 2)^2 + 1$ и $y = -4(x + 2)^2 - 2$.

В ныне действующем учебном пособии по алгебре для восьмого класса подобная схема изучения квадратичной функции отсутствует полностью. Поэтому при дальнейшем изучении функций $y = \frac{k}{x}$, $y = x^3$, $y = \sqrt{x}$, $y = |x|$ ни о каких преобразованиях графиков речь не идет. Первые сведения о преобразованиях графиков $y = f(x) \pm b$ и $y = f(x \pm a)$ появляются в учебном пособии по алгебре для девятого класса. В 10 и 11 классах данный список преобразований графиков не пополняется.

В нашем случае можно на основе графика функции $y = x^2$ путем соответствующей последовательности преобразований построить график функции $y = |2(x - 3)^2 - 4|$:

- 1) $y = x^2$ и $y = 2x^2$;
- 2) $y = 2x^2$ и $y = 2(x - 3)^2$;
- 3) $y = 2(x - 3)^2$ и $y = 2(x - 3)^2 - 4$;
- 4) $y = 2(x - 3)^2 - 4$ и $y = |2(x - 3)^2 - 4|$.

Рассмотрим построение графика функции $y = \left| 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1 \right|$ при помощи следующей последовательности преобразований:

- 1) сжатием графика функции $y = \sin x$ в три раза вдоль оси Ox получаем график функции $y = \sin 3x$;
- 2) перемещением графика функции $y = \sin 3x$ вдоль оси Ox на отрезок длиной $\frac{\pi}{4}$ получаем график функции $y = \sin 3\left(x - \frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$;
- 3) растяжением графика $y = \sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$ в два раза вдоль оси Oy получаем график функции $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$;
- 4) перемещением графика функции $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$ вдоль оси Oy на единицу вверх получаем график функции $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1$;
- 5) отображением части графика функции $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1$ ($y < 0$) симметрично относительно оси Ox получаем график функции $y = \left| 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1 \right|$. На одном рисунке данные преобразования выглядят так (рис. 7):

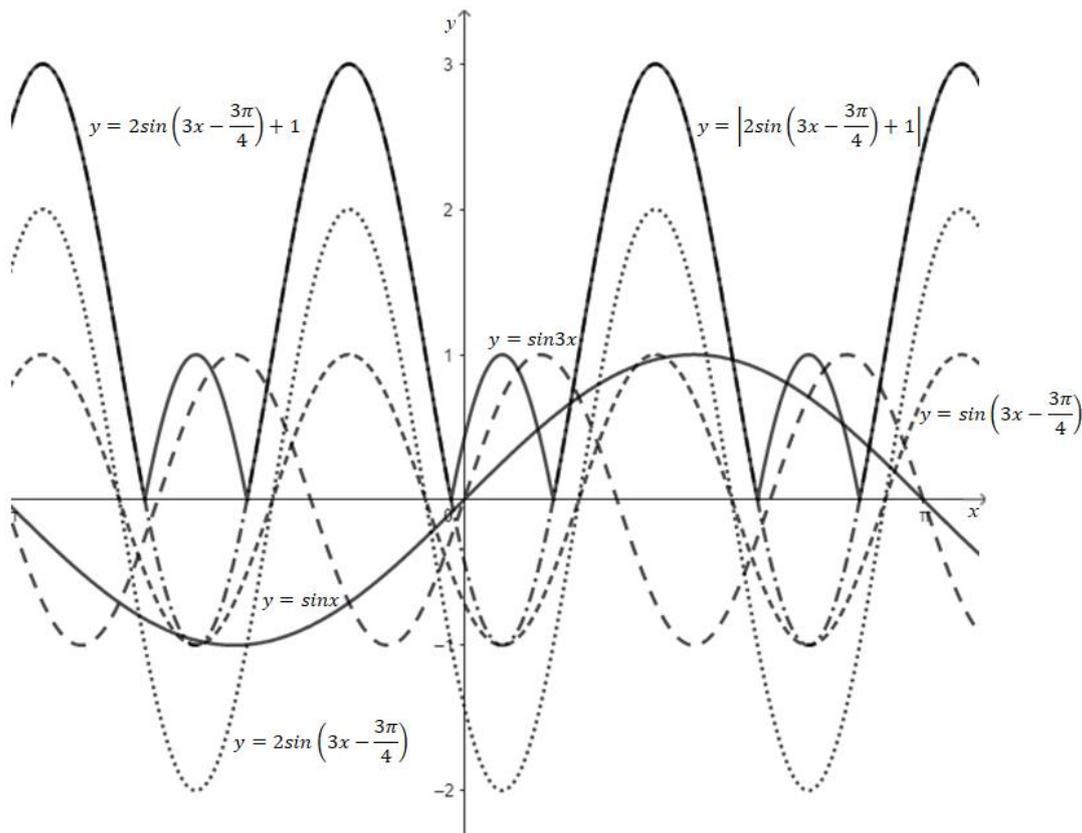


Рис. 7

З а м е ч а н и е. Целесообразнее показать данные преобразования графиков на пяти следующих рисунках:

- 1) $y = \sin x$ и $y = \sin 3x$ (рис. 8);
- 2) $y = \sin 3x$ и $y = \sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$ (рис. 9);
- 3) $y = \sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$ и $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$ (рис. 10);
- 4) $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right)$ и $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1$ (рис. 11);
- 5) $y = 2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1$ и $y = \left|2\sin\left(3x - \frac{3\pi}{4}\right) + 1\right|$ (рис. 12).

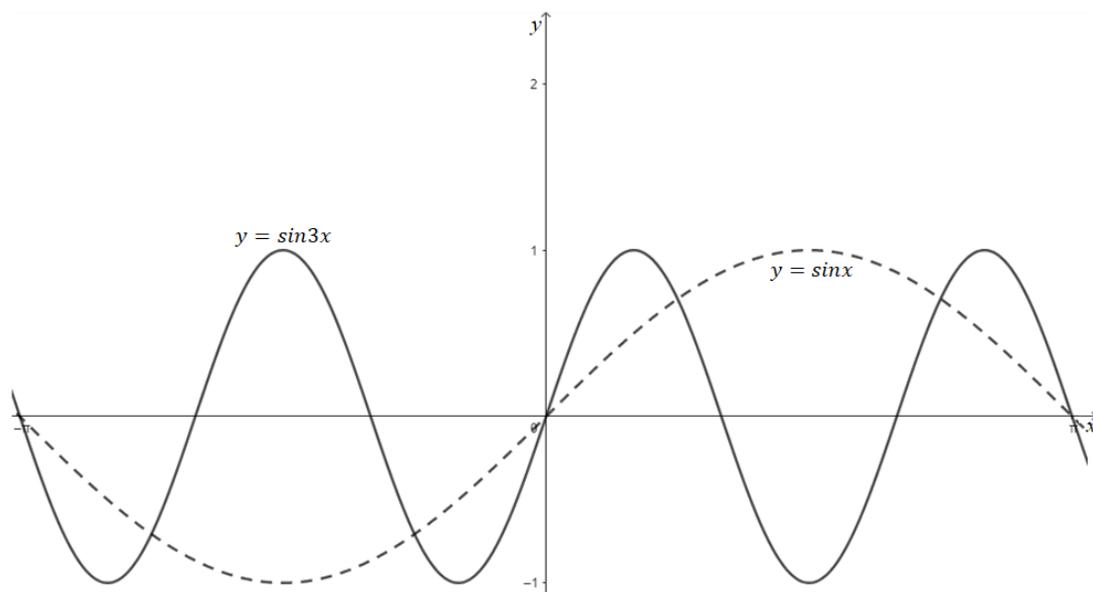


Рис. 8

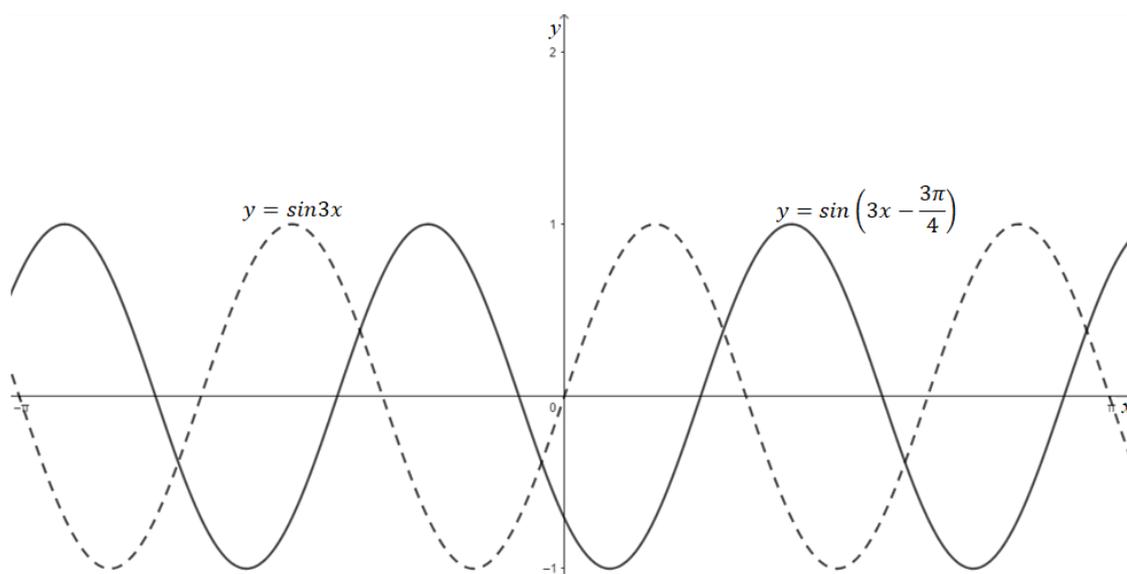


Рис. 9

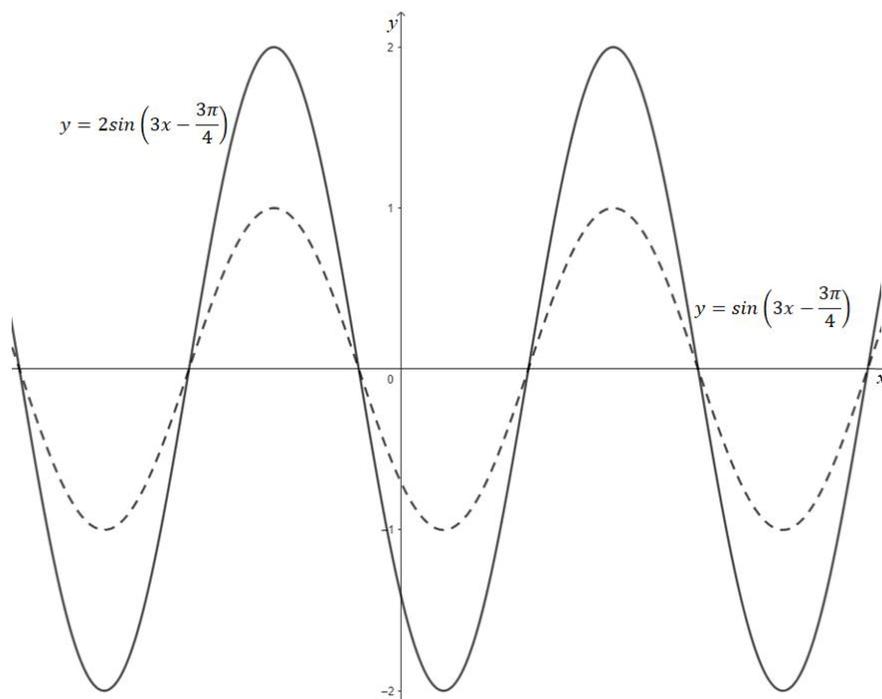


Рис. 10

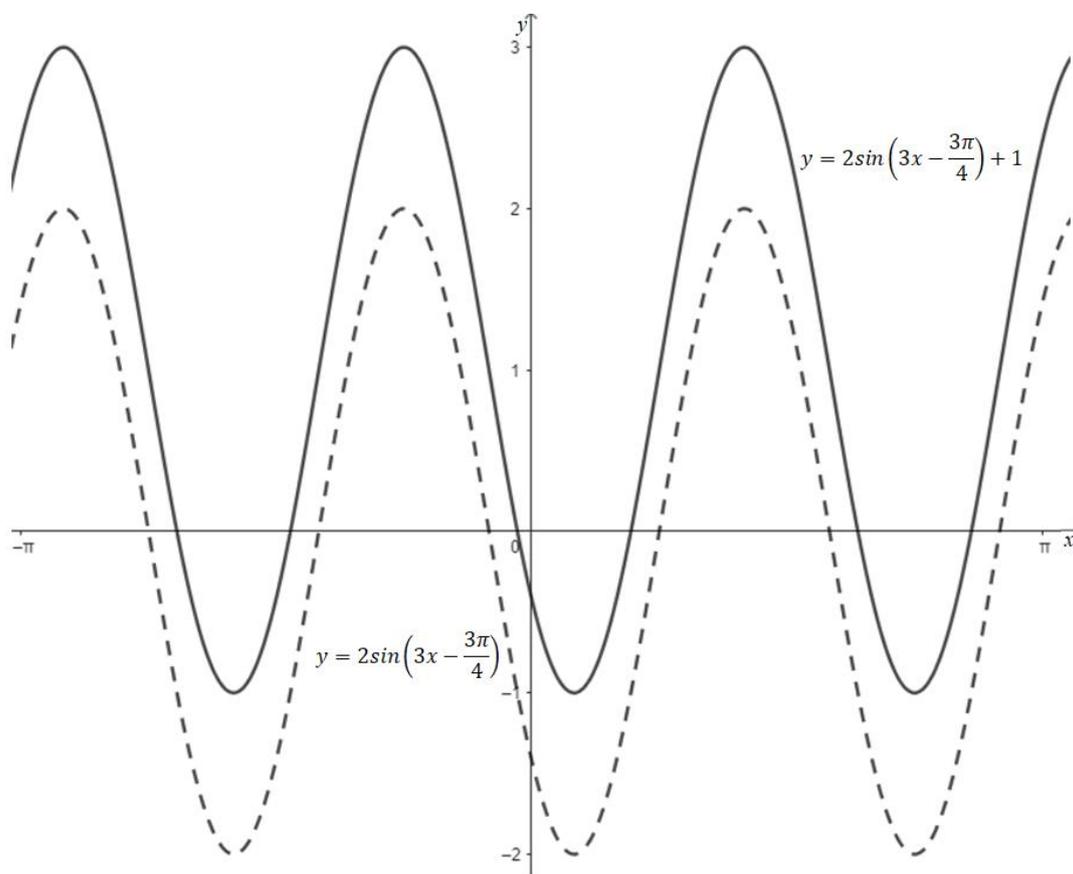


Рис. 11

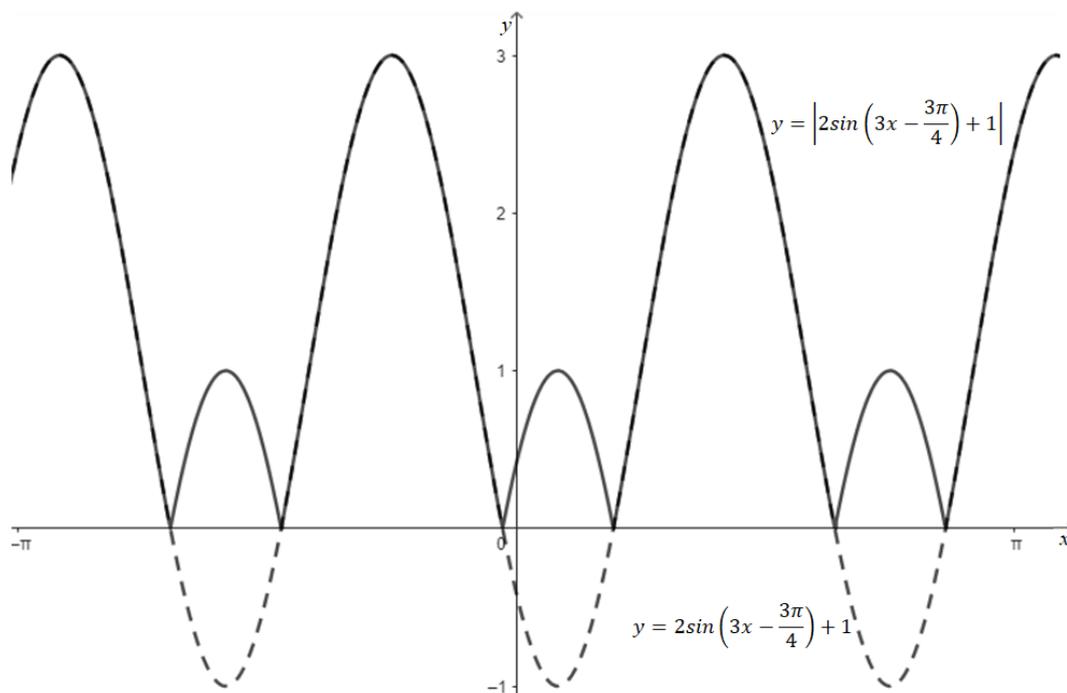


Рис. 12

Заключение. Приведенные выше примеры преобразования графиков элементарных функций, изучаемых в школьном курсе алгебры, дают возможность достичь высокого уровня функциональной грамотности учащихся, способствуют выработке таких приемов мыслительной деятельности, как сравнение, аналогия, анализ, синтез, индукция, дедукция, конкретизация, обобщение.

Переход от графика простой функции к более сложной можно рассматривать в контексте технологии укрупнения дидактических единиц [2], показывающей связи между различными формулами, которые задают сложные функции, и позволяющей относительно быстро строить их графики и по ним изучать свойства.

Кроме того, многие современные классы оснащены «умными досками», с помощью которых, на основе динамических математических приложений, наглядно осуществляется сжатие и растяжение основного графика вдоль осей абсцисс и ординат, перемещение вдоль оси абсцисс или оси ординат на заданный отрезок и др. Причем, это могут делать как учителя, так и сами учащиеся.

Таким образом, своевременное использование теории и практики преобразования графиков функций на уроках и факультативных занятиях по математике будет положительно влиять на формирование познавательных интересов и развитие творческих способностей обучаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устименко, В.В. Блочное обобщающее повторение темы «Функции» / В.В. Устименко, Т.А. Александрович, Т.Б. Караулова // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2024. – № 4. – С. 49–54. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/45887>.
2. Селевко, Г.К. Современные образовательные технологии: учеб. пособие / Г.К. Селевко. – Москва: Народное образование, 1998. – 256 с.

REFERENCES

1. Ustimenko V.V., Aleksandrovich T.A., Karaulova T.V. *Vesnik Vitsebskaga dziazhaunaga universiteta* [Bulletin of Vitsebsk State University], 2024, 4, pp. 49–54. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/45887>.
2. Selevko G.K. *Sovremenniye obrazovatelniye tekhnologii: ucheb. posobiye* [Modern educational technologies: Textbook], Moscow: Narodnoye obrazovaniye, 1998, 256 p.

Поступила в редакцию 27.02.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: ustimenko2904@gmail.com – Устименко В.В.

УДК 378.4:54:61

ИНТЕГРАТИВНО-КОНТЕКСТНЫЙ ПОДХОД КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

З.С. Кунцевич, Н.В. Деменкова, Т.А. Конюшко, Н.К. Королькова

*Учреждение образования «Витебский государственный
ордена Дружбы народов медицинский университет»*

В статье раскрываются основные подходы к обучению студентов медицинских университетов естественнонаучным дисциплинам. Акцент сделан на применении интегративно-контекстного подхода к обучению химическим дисциплинам.

Цель работы – выявление педагогического потенциала интегративно-контекстного подхода в формировании у студентов базовых профессиональных компетенций в процессе обучения химическим дисциплинам в медицинском университете.

Материал и методы. *Материалом послужили нормативно-правовая, учебно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты высшего образования Республики Беларусь по медицинским специальностям, примерные программы и электронные учебно-методические комплексы по учебным дисциплинам). Для достижения поставленной цели авторами выполнен ретроспективный анализ научно-педагогической и научно-методической литературы по указанной проблеме, а также использовались эмпирические (обобщение накопленного опыта) методы исследования.*

Результаты и их обсуждение. *В рамках публикации рассматривается актуальность применения интегративно-контекстного подхода к химической подготовке студентов медицинского университета. Данный подход обеспечивает последовательную реализацию в образовательном процессе медицинского университета интегративного потенциала учебно-производственной, образовательной, исследовательской деятельности студентов и инновационной деятельности преподавателей.*

Заключение. *Реализация интегративно-контекстного подхода на этапе обучения химическим дисциплинам в медицинском университете направлена на активизацию учебной деятельности обучающихся посредством создания и применения контекстных ситуаций с целью подготовки студентов к системному анализу будущей профессиональной деятельности и решению профессиональных задач. Результатом практической реализации этого подхода при обучении химическим дисциплинам будет выступать уровень сформированности у студентов базовых профессиональных компетенций, актуализированных в примерных программах по химическим дисциплинам, изучаемым в медицинском университете.*

Ключевые слова: *интегративно-контекстный подход, химическая подготовка студентов, химические дисциплины, медицинское образование.*

THE INTEGRATION AND CONTEXT APPROACH AS A METHODOLOGICAL BASIS OF MEDICAL STUDENT CHEMISTRY TRAINING

Z.S. Kuntsevich, N.V. Demenkova, T.A. Koniushko, N.K. Korolkova

Education Establishment “Vitebsk State Order of Peoples Friendship Medical University”

Basic approaches to teaching medical students natural disciplines are revealed in the article. Accent is made on the application of the integration and context approach to teaching Chemistry disciplines.

The purpose is to reveal pedagogical potential of the integration and context approach in shaping student basic professional competences while Chemistry disciplines training at the medical university.

Material and methods. *The material was normative and legal, academic and methodological documents on the research problem (academic standards of the medical higher education in the Republic of Belarus, curricula and electronic academic and methodological complexes). To reach the goal the authors conducted a retrospective analysis of scientific and pedagogical and scientific and methodological literature of the problem; empiric research methods (generalization of the accumulated experience) were also used.*

Findings and their discussion. *Relevance of using the integration and context approach to Chemistry training medical students is considered in the article. The approach ensures continuous implementation of the integration potential of the academic and professional, educational, research activities of students and the innovation activities of the teachers in the academic process of the medical university.*

Conclusion. *The implementation of the integration and context approach at the stage of Chemistry disciplines training at the medical university is aimed at enhancement of student academic activities by means of creation and application of context situations aiming at student training in system analysis of their would-be professional activities and solving professional problems. The result of the practical implementation of this approach in Chemistry discipline teaching is the level of shaping of student basic professional competences, which are made relevant in Chemistry discipline curricula at the medical university.*

Key words: *integration and context approach, student Chemistry training, Chemistry disciplines, medical education.*

В период социально-экономических преобразований в обществе важные изменения происходят в сфере образования, которые касаются модернизации целей и содержания профессиональной подготовки будущих специалистов различного профиля, включая подготовку специалистов и в учреждениях высшего медицинского образования.

Стремительное развитие сегодня медицинской и фармацевтической науки и практики, внедрение технологий, которые кардинально меняют представление о лечении сложных заболеваний и способствуют улучшению и продлению жизни людей, разработка инновационных лекарственных препаратов и исследование факторов, вызывающих изменения в структуре и свойствах лекарств, создание современных материалов для стоматологии и медицинского протезирования; секвенирование генома человека, развитие генетических технологий и фармакогеномики невозможно без применения знаний и методов химической науки [1; 2]. Это, в свою очередь, ставит перед теорией и практикой химического образования в медицинском университете новые задачи, направленные на оптимизацию содержания и методов химической подготовки студентов разных специальностей. Учебные планы додипломной подготовки специалистов в медицинских университетах Беларуси по всем специальностям включают химический модуль, содержание которого определяется направлением подготовки с учетом новых ориентиров химического и профессионального медицинского образования.

В 2023 году в образовательный процесс медицинских университетов Беларуси были введены новые образовательные стандарты высшего образования, где отражена совокупность основных видов профессиональной деятельности специалистов, подготовка которых должна осуществляться при реализации образовательных программ по учебным дисциплинам. В основу представления результатов обучения положен компетентностный подход, а результаты обучения, в частности по химическим дисциплинам, изложены в виде базовых профессиональных компетенций, которые формируются в соответствии с требованиями к специалисту с высшим медицинским или фармацевтическим образованием и отражают его способность к решению актуальных задач профессиональной деятельности в зависимости от полученной специальности.

Повышение качества подготовки будущих специалистов требует модернизации содержания образования в таком направлении, чтобы каждая из дисциплин учебного плана, включая и дисциплины химического модуля, способствовала становлению профессиональной компетентности [3; 4]. Учитывая то, что будущая профессиональная деятельность студентов, обучающихся в медицинском университете, носит в определенной степени интегративный характер, и для решения практических задач им предстоит применять знания из различных учебных дисциплин, по нашему мнению, важным и необходимым средством обеспечения качества образования может служить интегративно-контекстный подход, применение которого в образовательном процессе позволяет проводить системный анализ профессиональных ситуаций, выявлять и решать профессиональные задачи на основе междисциплинарной интеграции, формировать и развивать клиническое мышление обучающихся, начиная с первого курса.

Цель работы – выявление педагогического потенциала интегративно-контекстного подхода в формировании у студентов базовых профессиональных компетенций в процессе обучения химическим дисциплинам в медицинском университете.

Материал и методы. Материалом послужили нормативно-правовая, учебно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты высшего образования Республики Беларусь по медицинским специальностям, примерные программы и электронные учебно-методические комплексы по учебным дисциплинам). Для достижения поставленной цели

авторами выполнен ретроспективный анализ научно-педагогической и научно-методической литературы по указанной проблеме, а также использовались эмпирические (обобщение накопленного опыта) методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Изучение дисциплин химического модуля в медицинском университете направлено на формирование систематизированных научных знаний о химических веществах и их превращениях в условиях организма, умений количественного и качественного анализа соединений, используемых в качестве лекарственных средств, биологических жидкостей, а также проведения необходимых расчетов для решения практических задач в области медицины и фармации.

По мнению М. Пак, методологией, которая способна оптимально реализовать задачи, стоящие перед химическим образованием, и повысить качество подготовки будущих специалистов в учреждениях высшего образования, является методология интегративно-контекстного подхода [5, с. 8]. М. Пак подчеркивает, что данный подход сочетает в себе оптимальные качества как системного, так и комплексного подходов, то есть позволяет в образовательном процессе целостно характеризовать изучаемые объекты на основе использования инвариантного ядра и вариативного (контекстного) содержания и применять комплекс средств и методов обучения.

Проблема совершенствования качества подготовки будущих специалистов в учреждениях высшего образования посредством реализации как интегративного, так и контекстного подхода разрабатывается достаточно разносторонне. Ей посвящены исследования белорусских ученых Е.Я. Аршанского, А.А. Белохвостова, И.С. Борисевич, Е.И. Василевской, В.Э. Огородник, Т.А. Толкачевой, а также российских – И.Ю. Алексашиной, Т.А. Боровских, А.А. Вербицкого, Ю.Ю. Гавронской, Д.П. Ерыгина, И.А. Зимней, Н.Е. Кузнецовой, М.С. Пак, Г.М. Чернобельской [6; 7].

Имеется ряд исследований по применению интегративного и контекстного подходов в медицинском образовании, в частности в обучении химическим дисциплинам. Так, Т.Н. Литвиновой разработана и обоснована методическая система интегративно-модульного обучения студентов-медиков общей химии, связывающая все компоненты, стороны и участников образовательного процесса, отражающая его динамику, механизмы интеграции, технологию, обеспечивающая реализацию целей обучения, а также описано влияние интегративных связей химии с другими учебными дисциплинами на развитие учебной мотивации студентов [8; 9].

А.В. Ельцовым выделены междисциплинарный, методологический и социально-проблемный подходы в интеграции образования в учреждении высшего медицинского образования и показано, что «для обеспечения интеграции необходим анализ содержания различных учебных дисциплин, для выявления наличия структурированных, функционально значимых компонентов содержания» [10, с. 96].

Проблемы реализации интегративного подхода в естественно-научной и профессиональной подготовке студентов медицинского университета рассматриваются в исследованиях И.А. Сычева, М.А. Туленбаевой, Ш.К. Хаитова и др. [3; 2; 4].

О.А. Макаровой изучено влияние применения в процессе обучения общей химии контекстных задач разных типов на развитие креативного мышления студентов [11].

Однако целостных научных работ, кроме как «Концепции интегративно-контекстного образования в средней и высшей школе» (2002) М.С. Пак, отражающих сущность, функции, основные принципы интегративно-контекстного подхода в химическом образовании в доступных источниках нами не выявлено. При этом необходимо отметить исследование «Интегративно-контекстный подход как средство повышения качества профессионального образования» (авторы: Ю.С. Тюнников, М.А. Мазниченко, Т.П. Афанасьева, В.Г. Мушкин, 2022), в котором определено, что «в настоящее время в педагогике такой подход не разработан. Однако сложились предпосылки для его разработки: представлены технология контекстного обучения, теоретические основы интеграции содержания профессионального образования и готовности педагогов к инновационной деятельности» [12].

Таким образом, анализ научно-педагогической и научно-методической литературы свидетельствует, что раскрывает сущность интегративно-контекстной методологии исследование М.С. Пак. Важным для практической деятельности педагогов аспектом этого в своем роде фундаментального исследования является выделение необходимых и достаточных компонентов интегративно-контекстного подхода, таких как предметно-содержательный (химико-контекстное содержание) и функциональный (химико-образовательные технологии) компоненты, а также функций данного подхода, которыми

являются «методологическая, формирующая (обучающая, воспитывающая, развивающая), системообразующая (интегрирующая), аксиологическая (формирование личностных духовных ценностей), инновационная (обращенность в будущее за счет использования инноваций в содержании обучения химии, новшеств в средствах химического образования)» [5, с. 8].

Исследование М.С. Пак актуализировало применение интегративно-контекстного подхода в школьном химическом и университетском химико-педагогическом образовании. По нашему мнению, внедрение указанного подхода в образовательный процесс медицинского университета также своевременно, так как оно позволяет сохранить глубокую фундаментализацию профессиональной подготовки, формирование в процессе преподавания химических дисциплин базовых профессиональных компетенций, которые являются *составным компонентом* системы профессиональных компетенций. Формирование профессиональных компетенций у студентов медицинского университета на основе интегративно-контекстного подхода даст возможность преподавателям, с одной стороны, повысить научный уровень и усилить профессиональную направленность при обучении естественно-научным дисциплинам, включая химические, а с другой – позволит широко внедрять в образовательный процесс по дисциплинам медико-биологического, медико-профилактического, терапевтического и хирургического модулей научные достижения и новейшие методы исследований, почерпнутых из арсенала теоретических наук, последовательно реализуя интегративный потенциал учебно-производственной, образовательной, исследовательской деятельности студентов и инновационной деятельности преподавателей.

Не претендуя на исчерпывающее решение проблемы раскрытия педагогического потенциала интегративно-контекстного подхода в формировании у студентов базовых профессиональных компетенций в процессе обучения химическим дисциплинам в медицинском университете, считаем необходимым проанализировать возможности данного подхода в обучении учебной дисциплине «Медицинская химия».

Наличие учебной дисциплины «Медицинская химия» практически во всех учебных планах по медицинским специальностям обусловлено тем, что при изучении данной дисциплины у будущих специалистов формируются знания о сущности и молекулярных механизмах процессов, протекающих в организме человека в норме и при различных заболеваниях, методах качественного и количественного анализа биологических жидкостей, растворов химических веществ, в том числе и биологически активных, и умения, необходимые для выполнения профессионально значимых количественных расчетов, характеризующих эти процессы. Знания, формируемые в процессе изучения дисциплины «Медицинская химия», позволяют будущему врачу понимать механизмы действия химических соединений, применяемых в качестве лекарственных препаратов, а также прогнозировать их физиологические и фармакологические свойства. Указанные знания и умения составляют содержательную и деятельностную основу формирования базовой профессиональной компетенции, актуализированной в примерной учебной программе по дисциплине: использовать знания о современных химических и физико-химических методах анализа биологических жидкостей, растворов лекарственных веществ и биополимеров для произведения расчетов на основании проведенных исследований.

В структуре содержания учебной программы по дисциплине «Медицинская химия» можно выделить 6 модулей: химическая термодинамика и биоэнергетика, химическая кинетика и катализ, учение о растворах, физическая химия поверхностных явлений, физическая химия дисперсных систем и растворов биополимеров, химия координационных (комплексных) соединений и биогенных элементов, реализация содержания которых на основе интегративно-контекстного подхода помогает формировать у студентов обозначенную выше базовую профессиональную компетенцию.

Опыт преподавания дисциплины «Медицинская химия» в медицинском университете показывает, что определить химико-контекстное содержание и его объем (реализовать предметно-содержательный компонент интегративно-контекстного подхода), и способы, средства, технологии использования химико-контекстного содержания (реализовать функциональный компонент интегративно-контекстного подхода) можно на основе разработки системы межпредметных связей химических дисциплин с дисциплинами медико-биологического, медико-профилактического, терапевтического и хирургического, социально-гуманитарного модулей. При разработке такой системы взаимосвязей дисциплины «Медицинская химия» и других дисциплин учебного плана нами, путем тщательного анализа

учебных программ и учебных пособий, электронных учебно-методических комплексов, были отобраны важнейшие функционально направленные межпредметные связи.

Установление химико-контекстного содержания и его внедрение в образовательный процесс позволяет углубить практико-ориентированную направленность дисциплины «Медицинская химия», определить и систематизировать знания и умения, необходимые студентам для изучения дисциплин медико-биологического, медико-профилактического, терапевтического и хирургического, социально-гуманитарного модулей, а преподавателям профильных дисциплин указывает на возможность применения химических понятий, теорий и закономерностей, методов анализа химических соединений, исследования биологических жидкостей, расчетов в процессе формирования профессиональных компетенций у студентов медицинских специальностей.

При отборе химико-контекстного содержания и его использовании в обучении дисциплине «Медицинская химия» и других дисциплин учебного плана целесообразно исходить из следующих положений:

➤ контекстное содержание из дисциплин медико-биологического, медико-профилактического, терапевтического и хирургического, социально-гуманитарного модулей, которое используется в процессе изучения дисциплины «Медицинская химия», должно по содержанию соответствовать изучаемой теме, способствовать раскрытию сущности основных химических понятий и закономерностей, активизации учебной деятельности студентов, формированию у них интереса к применению химических знаний в будущей профессиональной деятельности, осуществлению подготовки обучающихся к системному анализу будущей профессиональной деятельности, начиная с первого курса;

➤ химико-контекстное содержание, используемое для реализации интегративных связей дисциплины «Медицинская химия» с другими дисциплинами учебного плана, должно быть доступно для усвоения студентами, соответствовать их теоретической подготовке по химии и дисциплинам медико-биологического, социально-гуманитарного модулей, не должно допускать информационной перегрузки студентов.

Важно для обоснования и эффективной реализации интегративно-контекстного подхода в обучении как химическим дисциплинам, так и другим дисциплинам учебного плана определить в ходе изучения учебных программ, учебных пособий, учебно-методических комплексов целевые связи, отражающие профессиональные знания и умения, которые не могут быть сформированы без определенных знаний и умений, формируемых у студентов при изучении химических дисциплин. Приведем несколько примеров подобных целевых связей.

Так, при изучении модуля «Учение о растворах» у студентов, осваивающих медицинскую химию, формируется умение рассчитывать содержание вещества в растворе посредством знаний о различных способах выражения концентраций растворов. Данное умение лежит в основе формирования профессионального умения выбора режима дозирования лекарственного средства, определения содержания действующих веществ в жидких и твердых лекарственных препаратах; расчета содержания биологически активных соединений (ионов) в жидкостях и тканях организма. В ходе изучения медицинской химии студенты знакомятся с сущностью закона действующих масс и влиянием концентрации реагирующих веществ и других факторов на скорость химической реакции (модуль: химическая кинетика и катализ). Эти знания позволяют при изучении фармакологии сформировать у студентов понятия о кинетике концентрации лекарственного вещества в крови и ее зависимости от фармакокинетических параметров, концентрации раствора и скорости введения, объяснять будущим специалистам зависимость эффекта лекарственных средств от дозы, обосновывать скорость действия лекарственных препаратов в зависимости от их химической природы, способа введения, температуры, pH среды, учитывать в лечебной практике особенности действия ферментативных лекарственных веществ.

Необходимым условием реализации интегративно-контекстного подхода в обучении химии является выбор образовательных технологий, методов и средств обучения (функциональный компонент интегративно-контекстного подхода). Анализ научно-методической литературы показывает, что в химическом образовании активно используются и способствуют повышению качества химической подготовки технологии проблемного обучения, методы кейсов и ситуаций, работа в малых группах, задачная технология, современные информационные технологии, и, на наш взгляд, их можно эффективно применять и для реализации интегративно-контекстного подхода.

Заключение. Реализация интегративно-контекстного подхода на этапе обучения химическим дисциплинам в медицинском университете направлена на активизацию учебной деятельности обучающихся посредством применения химико-контекстного содержания и создания контекстных ситуаций с целью подготовки студентов к системному анализу будущей профессиональной деятельности и решению профессиональных задач. Результатом эффективной практической реализации этого подхода при обучении химическим дисциплинам будет выступать высокий уровень сформированности у студентов базовых профессиональных компетенций, актуализированных в примерных программах по химическим дисциплинам, изучаемым в медицинском университете.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинова, Т.Н. Профессионально-направленное обучение химии студентов медицинского вуза / Т.Н. Литвинова, М.Г. Литвинова // Инновационные процессы в высшей школе: сб. материалов междунар. науч. очно-заоч. конф., Краснодар, 29 окт. 2020 г. / Кубан. гос. техн. ун-т; редкол.: А.И. Архипова [и др.]. – Краснодар, 2020. – С. 134–138.
2. Туленбаева, М.А. Роль естественнонаучных дисциплин в профессиональной подготовке врача в медвузах / М.А. Туленбаева, М.М. Садырова, Ж.К. Жеентаева // Оригинальные исследования. – 2022. – Т. 12, № 12. – С. 117–122.
3. Проблемы интеграции преподавания курса общей химии при подготовке студентов высшей медицинской школы / И.А. Сычев, М.А. Аронова, А.П. Тарарышкин, Т.Ю. Колосова // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. – 2020. – № 7-2. – С. 103–106.
4. Хаитов, Ш.К. Место курса общей химии при подготовке будущих врачей: новые проблемы / Ш.К. Хаитов, Д.Б. Бабаев, Н.А. Манасов // Паритеты, приоритеты и акценты в цифровом образовании: сб. науч. тр.: в 2 ч. – Саратов: Саратовский источник, 2021. – Ч. 2. – С. 242–247.
5. Пак, М.С. Концепции интегративно-контекстного образования в средней и высшей школе / М.С. Пак. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ, 2001. – 36 с.
6. Интегративная концепция преподавания студентам естественнонаучных дисциплин: идеи и перспективы реализации / Е.Я. Аршанский, Д.А. Антонович, Т.А. Толкачева [и др.] // Достижения науки и образования. – 2022. – № 5(85). – С. 17–19.
7. Аршанский, Е.Я. Методы обучения студентов общей химии и физике в контексте реализации интегративной концепции преподавания естественнонаучных дисциплин / Е.Я. Аршанский // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский–150: сб. материалов 68-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 11–13 мая 2023 г. / Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена; под науч. ред. Ю.Ю. Гавронской. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 164–167.
8. Литвинова, Т.Н. Интегративные связи химии как средство мотивации для ее изучения студентами медицинского вуза / Т.Н. Литвинова, М.Г. Литвинова // Физико-химическая биология: материалы XII Международной науч. интернет-конф., Ставрополь, 20–22 нояб. 2024 г. / Ставроп. гос. мед. ун-т М-ва здравоохранения Рос. Федер.; отв. ред. В.Н. Мажаров. – Ставрополь, 2024. – С. 24–27.
9. Литвинова, Т.Н. Модернизация химической подготовки студентов фармацевтического факультета в условиях сопряжения образовательного и профессионального стандартов / Т.Н. Литвинова, А.В. Темзокова // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 1. – С. 43.
10. Ельцов, А.В. Об интеграции в медицинском образовании / А.В. Ельцов, Л.Ф. Ельцова // Школа будущего. – 2024. – № 1. – С. 96–105.
11. Макарова, О.А. Контекстные задачи как средство формирования креативного мышления студентов при изучении химии в медицинском вузе / О.А. Макарова, З.А. Мендубаева, Е.Л. Гринченко // Высшее образование сегодня. – 2024. – № 3. – С. 46–51.
12. Интегративно-контекстный подход как средство повышения качества профессионального образования / Ю.С. Тюнников, М.А. Мазниченко, Т.П. Афанасьева, В.Г. Мушкин // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2022. – № 1(45). – С. 14–22.

REFERENCES

1. Litvinova T.N., Litvinova M.G. *Innovatsionnye protsessy v vysshei shkole: sb. materialov mezhdunar. nauch. ochno-zaoch. konf., Krasnodar, 29 okt. 2020 g.* [Innovation Processes in Higher School: Proceedings of the International Scientific Conference, Krasnodar, October 29, 2020], Krasnodar, 2020, pp. 134–138.
2. Tulenbayeva M.A., Sadyrova M.M., Zheyentayeva Zh. K. *Originalniye issledovaniya* [Original Research], 2022, 12(12), pp. 117–122.
3. Sychev I.A., Aronova M.A., Tararyshkin A.P., Kolosova T. Yu. *Sovremennaya nauka: aktualniye problemy teorii i praktiki. Seriya: Gumanitarniye nauki* [Contemporary Science: Current Issues of Theory and Practice. Humanitarian Sciences], 2020, 7–2, pp. 103–106.
4. Khaïtov Sh.K., Babayev D.B., Manasov N.A. *Paritety, prioritety i aktsenty v tsifrovom obrazovanii: sb. nauch. tr.: v 2 ch.* [Parities, Priorities and Accents in Digital Education: Collection of Scientific Papers: in 2 Parts], Saratov: Saratovski istochnik, 2021, 2, pp. 242–247.
5. Pak M.S. *Kontseptsii integrativno-kontekstnogo obrazovaniya v srednei i vysshei shkole* [Concepts of Integration and Context Education in Secondary and Higher School], St. Petersburg: Izd-vo RGPU, 2001, 36 p.
6. Arshanski E.Ya., Antonovich D.A., Tolkacheva T.A. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya* [Science and Education Advances], 2022, 5(85), pp. 17–19.
7. Arshanski E.Ya. *Aktualniye problemy khimicheskogo i ekologicheskogo obrazovaniya. Verkhovski–150: sb. materialov 68-i Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem, Sankt-Peterburg, 11–13 maya 2023 g.* [Current Issues of Chemistry and Ecology Education. Verkhovski–150: Proceedings of the 68th All-Russia Scientific and Practical Conference with International Participation, St. Petersburg, May 11–13, 2023], St. Petersburg, 2023, pp. 164–167.
8. Litvinova T.N., Litvinova M.G. *Fiziko-khimicheskaya biologiya: materily XII Mezhdunarodnoi nauch. Internet-konf., Stavropol, 20–22 noyab. 2024 g.* [Physical and Chemical Biology: Proceedings of the 12th International Scientific Internet Conference, Stavropol, November 20–22, 2024], Stavropol, 2024, pp. 24–27.
9. Litvinova T.N., Temzokova A.V. *Sovremenniye problemy nauki i obrazovaniya* [Contemporary Issues of Science and Education], 2020, 1, p. 43.
10. Eltsov A.V., Eltsova L.F. *Shkola budushchego* [School of the Future], 2024, 1, pp. 96–105.
11. Makarova O.A., Mendubayeva Z.A., Grinchenko E.L. *Vissheye obrazovaniye segodnia* [Higher Education Today], 2024, 3, pp. 46–51.
12. Tiunnikov Yu.S., Maznichenko M.A., Afanasyeva T.P., Mushkin V.G. *Professionalnoye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom* [Professional Education in Russia and Abroad], 2022, 1(45), pp. 14–22.

Поступила в редакцию 03.04.2025

Адрес для корреспонденции: e-mail: kuntsevitchzinaida@yandex.by – Кунцевич З.С.

УДК 796.011.2:796.42

ТЕСТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ МОТИВИРОВАННОСТИ К ЗАНЯТИЯМ ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКОЙ НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТБОРА

В.Н. Старченко

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

Проблема подготовки спортивного резерва в настоящее время является актуальной для многих видов спорта. Особое значение имеет уровень мотивированности детей к занятиям легкой атлетикой на этапе предварительного отбора.

Цель статьи – теоретическое и метрологическое обоснование теста для определения мотивированности детей к занятиям легкой атлетикой на этапе предварительного отбора.

Материал и методы. Исследование носило теоретико-практический характер. В теоретической части использовались методы анализа и моделирования, а в практической – анкетирование и методы математической статистики. В исследовании приняли участие 53 учащихся 7-х классов гимназии № 22 г. Минска.

Результаты и их обсуждение. Разработанный на основании деятельностного подхода тест имеет высокую информативность, отличную надежность (стабильность), достаточно хорошую чувствительность. Он позволяет разделить респондентов на квалификационные группы по критерию субъективной мотивированности к занятиям легкой атлетикой.

Заключение. Тест может быть рекомендован для практического применения в рамках республиканского проекта «300 талантов для Королевы» в качестве дополнительного критерия отбора.

Ключевые слова: мотивированность, отбор, легкая атлетика, тест, предварительный отбор, критерии отбора, адекватность, информативность, надежность.

THE LEVEL OF ATHLETIC DOING MOTIVATION DETECTION TEST AT THE PRE-SELECTION STAGE

V.N. Starchenko

Education Establishment "F. Skoryna State University of Gomel"

The problem of training a sports reserve is currently relevant for many sports. The article is devoted to the problem of determining the motivation of children to engage in athletics at the preliminary selection stage.

The purpose of the article was to provide a theoretical and metrological substantiation of the test to determine the motivation of children to do athletics at the preliminary selection stage.

Material and methods. The study was of a theoretical and practical nature. In the theoretical part of the study, methods of analysis and modeling were used, and in the practical part, questionnaires and methods of mathematical statistics were used. The study involved 53 7th grade students at gymnasium No. 22 in Minsk.

Findings and their discussion. The test developed on the basis of the activity approach has high information content, excellent reliability (stability), and good sensitivity. It allows you to divide respondents into qualification groups according to the criterion of subjective motivation to engage in athletics.

Conclusion. The test can be recommended for practical use within the framework of the national project "300 Talents for the Queen" as an additional selection criterion.

Key words: motivation, selection, athletics, test, preliminary selection, selection criteria, adequacy, informativeness, reliability.

Проблема подготовки спортивного резерва в настоящее время является актуальной для многих видов спорта. Детей, способных и желающих заниматься спортом, становится все меньше, что связано, как нам кажется, с тем обстоятельством, что многие из них удовлетворяют свою природную потребность в игре и соревновании не путем двигательной активности в трехмерном реальном мире, а в виртуальном пространстве.

Это приводит к отставанию в физическом развитии, физической подготовленности, к снижению уровня сформированности физической культуры подрастающего поколения. Многие ребята не готовы к занятиям спортом ни физически, ни психологически.

Белорусская федерация легкой атлетики, пытаясь устранить проблему формирования спортивного резерва, уже некоторое время реализует проект «300 талантов для Королевы». Это начинание приносит свои плоды. Однако поиск юных потенциальных талантов можно осуществлять не только по критерию физической подготовленности, антропометрических характеристик, но и по критерию мотивированности юных атлетов к занятиям легкой атлетикой.

Цель статьи – теоретическое и метрологическое обоснование теста для определения мотивированности детей к занятиям легкой атлетикой на этапе предварительного отбора.

Материал и методы. Исследование носило теоретико-практический характер. В теоретической части использовались методы анализа и моделирования, а в практической – анкетирование и методы математической статистики. В исследовании приняли участие 53 учащихся 7-х классов гимназии № 22 г. Минска.

Результаты и их обсуждение. Определяя деятельность как процесс материализации идей, мы рассматриваем человека как агента деятельности, материализатора идей [1]. Будучи таковым, он служит идеям, которые «избрали» его в качестве деятеля, способного к их материализации. Субъективно свою избранность идеями человек переживает как собственное желание ее материализовать [2]. Он говорит себе и окружающим: «Я хочу», «Я буду», «Мне это нужно». Определяя это желание как внутренний мотив, мы задаемся вопросом: от чего зависит его сила?

Уровень субъективной мотивированности человека зависит в целом от двух факторов. Во-первых, от его «генетической» потенциальной способности к данному виду деятельности. Идея, материализацией которой он должен заниматься, определяет уровень его *принципиальной* способности к избранной деятельности не только в данный момент, но и в потенции, в будущем. Если идея признает его принципиально способным, то будто набрасывает на него «хомут», называемый мотивом, и «заставляет» себя материализовывать, а если нет – то игнорирует. Во-вторых, от его *актуальной* готовности к указанной деятельности, что прямо зависит от наличия у него соответствующей культуры, которая представляет собой способ деятельности.

Первому фактору положено начало в момент пересечения во времени и пространстве деятельности и ее потенциального агента [3; 4]. Например, ребенок посетил соревнования по легкой атлетике в качестве зрителя-болельщика. Демонстрируемая спортсменами деятельность признала его потенциально способным к ее осуществлению, и ребенок почувствовал субъективную мотивированность, ему тоже захотелось стать легкоатлетом. А если не признала, то не почувствовал и не захотел.

Второй фактор начинает действовать тогда, когда человек включается в реальную деятельность и у него формируется способ ее осуществления (культура) [3; 4]. В связи с этим он становится более эффективным агентом деятельности, что приводит к усилению субъективной мотивации. Например, ребенок стал посещать тренировочные занятия по легкой атлетике, выступать на соревнованиях, овладел основами техники выполнения легкоатлетических упражнений, повысил уровень физической подготовленности в них, усвоил правила соревнований, его спортивные результаты увеличились. То есть он стал активным агентом легкоатлетической деятельности, овладел основами легкоатлетической культуры, что не прошло незамеченным для легкоатлетической идеи, которая «зацепила» его более сильным мотивом, чем прежде.

Разрабатывая тест для определения мотивированности детей к занятиям легкой атлетикой на этапе предварительного отбора, мы опирались именно на высказанные выше теоретические основания.

Тест (анкета) включает всего пять вопросов. Первые два вопроса направлены на определение того, знает ли анкетированный, что такое легкая атлетика. Третий вопрос определяет факт участия ребенка в соревнованиях по легкой атлетике в качестве спортсмена или зрителя. Если знает и участвовал, то тестирование продолжается, если нет – то заканчивается с рекомендацией «сводить ребенка на соревнования по легкой атлетике и ознакомить его с ней». Таким образом, тест позволяет отделить тех респондентов, которые еще не испытывали влияние первого фактора, поскольку они еще не сталкивались во времени и пространстве с легкоатлетической деятельностью и не имеют представления о ней.

Четвертый и пятый вопросы определяют степень субъективной мотивированности ребенка к занятиям легкой атлетикой.

Бланк анкеты представлен на рис. 1.

Анкета

*Дорогой друг, внимательно прочитай вопросы анкеты, подумай и честно ответь на них.
Примечание: подчеркни нужный ответ.*

1. **Знаешь ли ты, что такое легкая атлетика?**
Да; Нет.
2. **Что входит в легкую атлетику?**
Бег, ползание, метание, борьба, прыжки, плавание, гребля, фехтование.
3. **Ты участвовал в соревнованиях по легкой атлетике в качестве спортсмена или зрителя?**
Да; Нет.
4. **Тебе понравилось участвовать в соревнованиях по легкой атлетике в качестве участника или зрителя?**
Не знаю; понравилось; очень понравилось; не понравилось.
5. **Ты хочешь заниматься легкой атлетикой?**
Не знаю; хочу; очень хочу; не хочу.

Фамилия, имя _____ Год рождения _____

Спасибо за честные ответы!

Дата: _____

Рис. 1. Бланк анкеты

Алгоритм тестирования представлен на рис. 2.

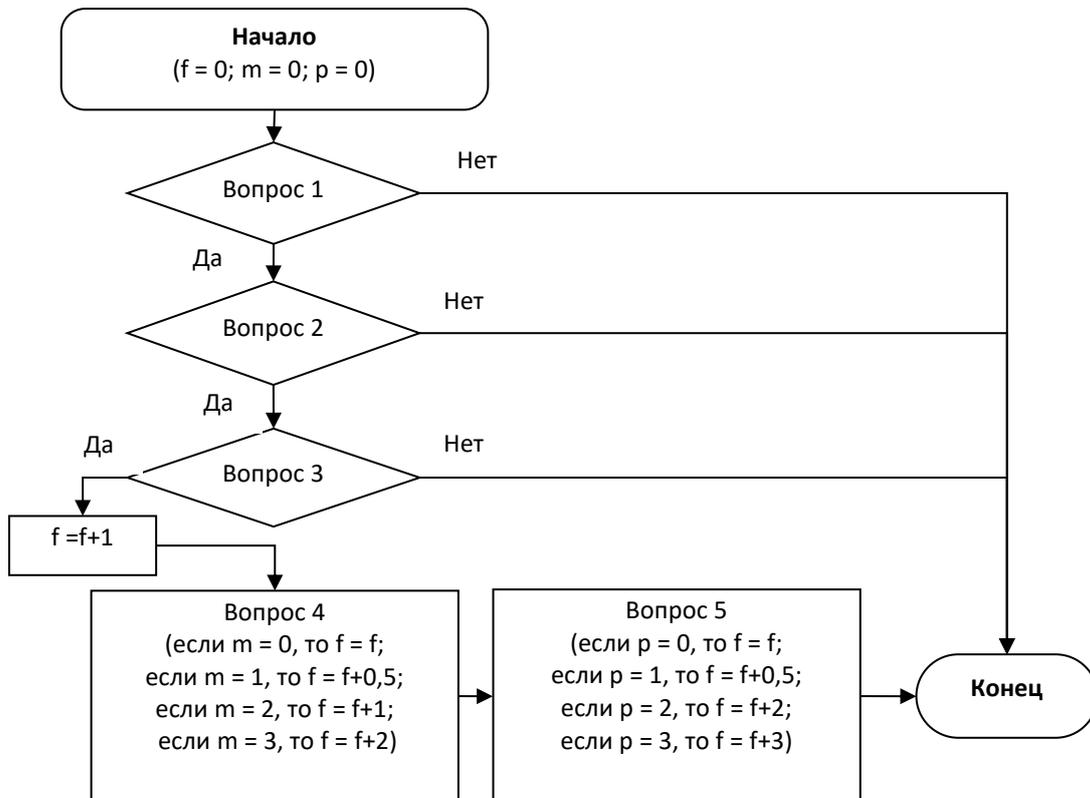


Рис. 2. Алгоритм тестирования мотивированности ребенка к занятиям легкой атлетикой

(Примечание: f – баллы; m (нет – 0; не знаю – 1; понравилось – 2; очень понравилось – 3); p (нет – 0; не знаю – 1; хочу – 2; очень хочу – 3))

За ответ на вопрос № 3 можно получить 1 балл, за ответ на вопрос № 4 – от 0 до 2 баллов (0; 0,5; 1; 2), за ответ на вопрос № 5 – от 0 до 3 баллов (0; 0,5; 2; 3). Максимальный показатель: $f_{\max} = 6$ баллов.

Интерпретация результатов тестирования в зависимости от количества набранных баллов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Интерпретация результатов теста

Баллы	Интерпретация
0	Отсутствие мотивированности
1–2	Низкий уровень мотивированности
2–3	Средний уровень мотивированности
3–4	Высокий уровень мотивированности
5–6	Очень высокий уровень мотивированности

Логическая информативность теста высокая, поскольку он разработан на основании предъявленных нами теоретических положений, и его структура предполагает прямые вопросы относительно цели тестирования [5, с. 186–188].

Апробация данного теста на надежность (стабильность) и адекватность проводилась при участии Н.А. Бут-Гусаим в гимназии № 22 г. Минска. В исследовании приняли участие 53 ученика 7-х классов (24 мальчика и 29 девочек).

Для определения надежности (стабильности) теста 20.10.2023 был проведен тест, а 27.10.2023 – ретест. Результаты тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты теста и ретеста

№	Фамилия, имя	Тест (баллы)	Ретест (баллы)	Разница (баллы)	№	Фамилия, имя	Тест (баллы)	Ретест (баллы)	Разница (баллы)
1	Б-в Кирилл	6	6	0	28	П-я Маргарита	2,5	4	-1,5
2	Б-в Мефодий	6	5	1	29	С-а Любовь	4	4	0
3	Н-ч Елизавета	2,5	2,5	0	30	А-а Анна	0	0	0
4	З-я Каролина	0	0	0	31	Г-ц Василиса	0	0	0
5	Ф-в Алексей	3,5	3,5	0	32	В-я Марта	4	4	0
6	Е-о Анна	0	0	0	33	Б-а Эвелина	2,5	2,5	0
7	П-я Мария	0	0	0	34	К-ч Николай	2	2	0
8	А-в Алексей	0	0	0	35	Р-в Иван	0	0	0
9	М-я Вера	2,5	2,5	0	36	Л-ч Даниил	0	0	0
10	К-н Илья	0	0	0	37	К-в Артур	3,5	2,5	1
11	Г-в Егор	0	0	0	38	В-й Роман	0	0	0
12	П-ч Мария	0	0	0	39	С-ч Матвей	1	1	0
13	Н-к Глеб	4	4	0	40	К-ш Евгения	1	0	1
14	Д-к Мария	0	0	0	41	Б-я София	5	5	0
15	Р-о Арина	0	0	0	42	З-ц Полина	3	3	0
16	К-в Иван	5	5	0	43	Г-й Артем	0	0	0
17	К-к Руслан	0	2	-2	44	М-ч Роман	3	3	0
18	Р-в Павел	0	0	0	45	Д-о Матвей	2	1,5	0,5
19	Р-а Анастасия	0	2	-2	46	В-в Сергей	4	0	4
20	В-ч Марк	1,5	1,5	0	47	В-ч Влад	2,5	2	0,5
21	С-ц Михаил	2,5	2,5	0	48	К-о Антон	0	0	0
22	К-а Арина	4	4	0	49	З-к Елизавета	2	2,5	-0,5
23	К-а Анна	3,5	3,5	0	50	В-ч Ксения	2	2	0
24	Ш-о Варвара	2,5	2,5	0	51	П-о София	0	0	0
25	К-к Анна	0	0	0	52	М-я Виктория	0	0	0
26	К-к Елизавета	0	0	0	53	К-я София	0	0	0
27	К-ч Елизавета	0	0	0					

Корреляционное поле зависимости результатов теста и ретеста отображено на рис. 3.

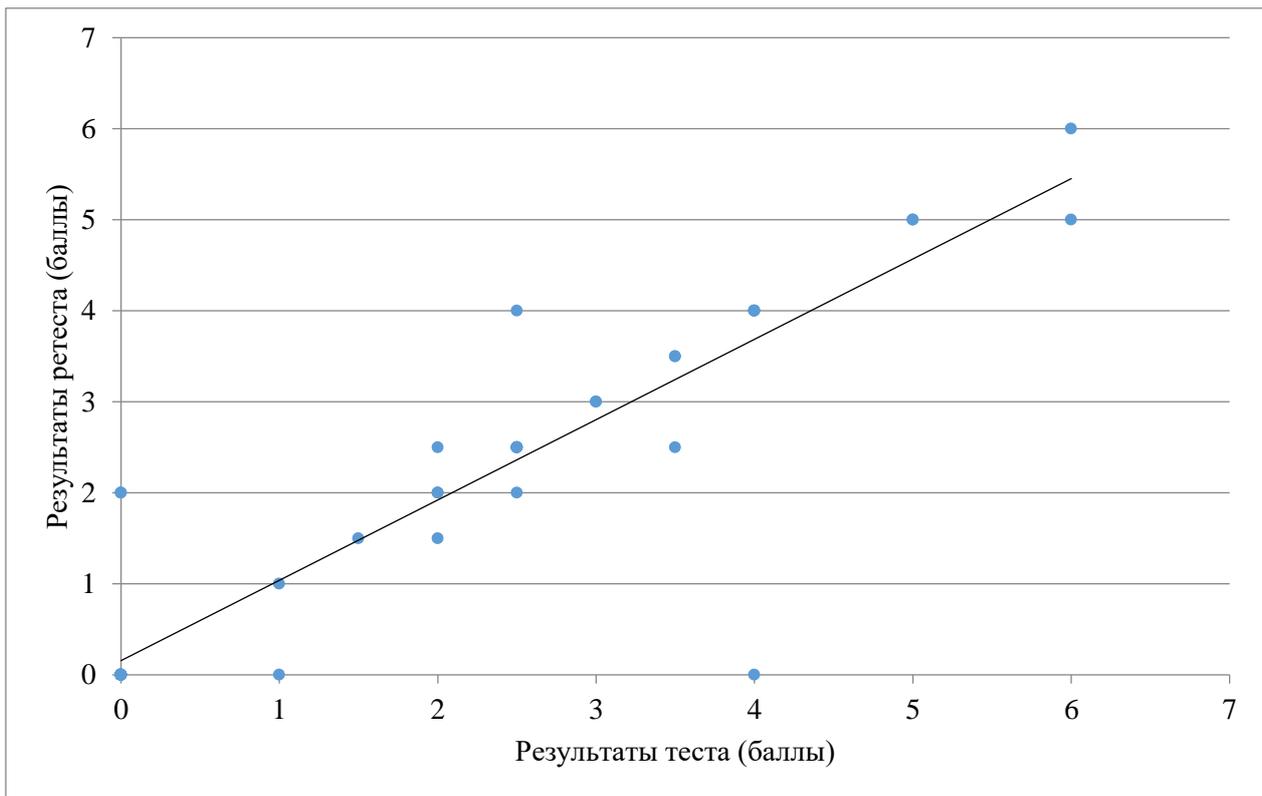


Рис. 3. Корреляционное поле зависимости результатов теста и ретеста

Коэффициент корреляции Спирмена между результатами теста и ретеста составил 0,96, что соответствует *отличному* уровню надежности (стабильности).

Коэффициент адекватности теста для данной категории респондентов 0,55, что означает, что 55% респондентов продемонстрировали результаты, отличные от нуля [5, с. 184–185]. Для нашего теста это достаточно хорошо, ибо он позволяет отсеять респондентов, незнакомых с легкой атлетикой, и рекомендовать их с ней познакомиться.

Удалив из табл. 2 тех, кто не знаком с легкой атлетикой (в тесте и ретесте набрали ноль баллов), а также еще трех респондентов, ответам которых доверять не приходится (например, В-в С. в тесте набрал 4 балла, а в ретесте – ноль), получили табл. 3.

Таблица 3

Результаты теста и ретеста у респондентов, знакомых с легкой атлетикой

№	Фамилия	Тест (баллы)	Ретест (баллы)	Уровень мотивированности
1	Б-в Кирилл	6	6	Очень высокий уровень мотивированности
2	Б-в Мефодий	6	5	Очень высокий уровень мотивированности
3	Н-ч Елизавета	2,5	2,5	Средний уровень мотивированности
4	Ф-в Алексей	3,5	3,5	Высокий уровень мотивированности
5	М-я Вера	2,5	2,5	Средний уровень мотивированности
6	Н-к Глеб	4	4	Высокий уровень мотивированности
7	К-в Иван	5	5	Очень высокий уровень мотивированности
8	В-ч Марк	1,5	1,5	Низкий
9	С-ц Михаил	2,5	2,5	Средний уровень мотивированности
10	К-а Арина	4	4	Высокий уровень мотивированности

11	К-а Анна	3,5	3,5	Высокий уровень мотивированности
12	Ш-о Варвара	2,5	2,5	Средний уровень мотивированности
13	П-я Маргарита	2,5	4	Средний уровень мотивированности
14	С-а Любовь	4	4	Высокий уровень мотивированности
15	В-я Марта	4	4	Высокий уровень мотивированности
16	Б- Эвелина	2,5	2,5	Средний уровень мотивированности
17	К-ч Николай	2	2	Средний уровень мотивированности
18	К-в Артур	3,5	2,5	Средний уровень мотивированности
19	С-ч Матвей	1	1	Низкий
20	Б-я София	5	5	Очень высокий уровень мотивированности
21	З-ц Полина	3	3	Высокий уровень мотивированности
22	М-ч Роман	3	3	Высокий уровень мотивированности
23	Д-о Матвей	2	1,5	Низкий
24	В-ч Влад	2,5	2	Средний уровень мотивированности
25	З-к Елизавета	2	2,5	Средний уровень мотивированности
26	В-ч Ксения	2	2	Низкий

В этом случае коэффициент корреляции Спирмена между результатами теста и ретеста составил 0,93, что соответствует *хорошему* уровню надежности (стабильности).

Коэффициент адекватности теста для данной группы респондентов 1,0.

Гистограмма выборки ретеста показана на рис. 4. Распределение результатов соответствует закону нормального распределения (для критерия Колмогорова – Смирнова и для критерия Шапиро – Уилка $p > 0,05$).

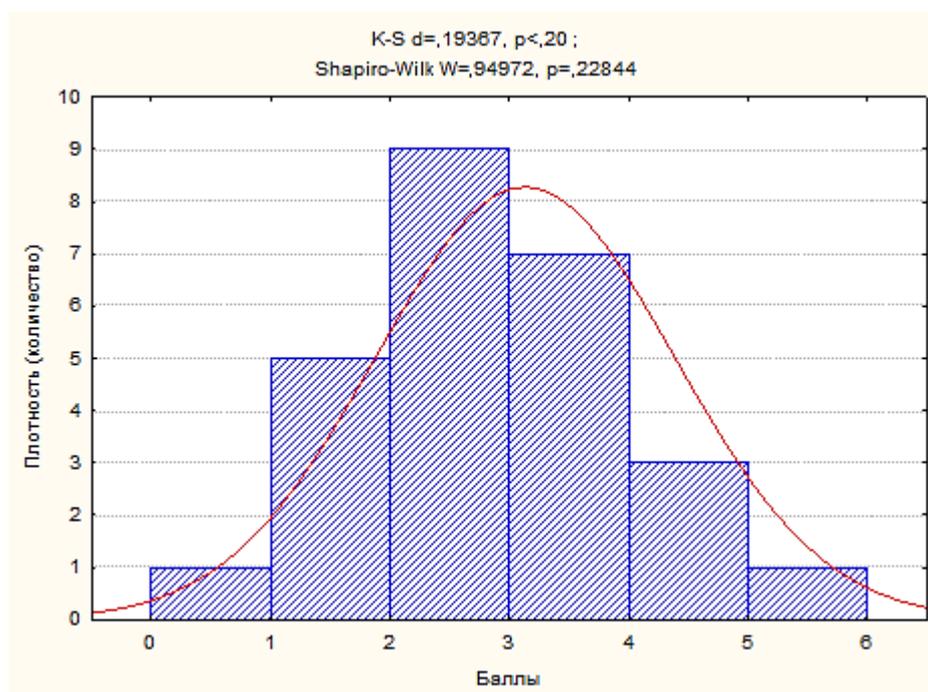


Рис. 4. Гистограмма выборки ретеста

Исследование также позволило распределить респондентов по уровню мотивированности на пять квалификационных групп.

Три школьника продемонстрировали очень высокий уровень мотивированности к занятиям легкой атлетикой (это 5,7% от всех участников анкетирования). Причем выяснилось, что один из них уже занимается легкой атлетикой.

Восемь школьников проявили себя обладателями высокого уровня мотивированности к занятиям легкой атлетикой (это 15,1% от всех участников анкетирования). Было установлено, что один из них уже занимается легкой атлетикой.

Десять школьников имеют средний уровень мотивированности к занятиям легкой атлетикой (это 17% от всех участников анкетирования).

Четыре школьника продемонстрировали низкий уровень мотивированности к занятиям легкой атлетикой (это 7,5% от всех участников анкетирования).

Остальные участники анкетирования либо не знакомы с легкой атлетикой, либо их ответам не приходится доверять.

Таким образом, предложенный тест является чувствительным диагностическим инструментом, позволяющим разделить респондентов на квалификационные группы.

Данный тест может быть рекомендован для обучающихся 2–4-х классов. Но следует учитывать, что (как показывают наши пилотные исследования) количество детей знающих, что такое легкая атлетика, на 1 ступени общего среднего образования может приближаться к нулю. Поэтому тестирование должно предваряться их ознакомлением с этим видом спорта.

Заключение. Разработанный нами тест для определения уровня мотивированности детей к занятиям легкой атлетикой на этапе предварительного отбора является метрологически корректным диагностическим инструментарием. Он имеет высокую информативность, отличную надежность (стабильность), достаточно хорошую чувствительность. Тест позволяет отделить респондентов, незнакомых с легкой атлетикой, а остальных разделить на квалификационные группы по критерию субъективной мотивированности к занятиям легкой атлетикой, и может быть рекомендован для практического применения в рамках республиканского проекта «300 талантов для Королевы» в качестве дополнительного критерия отбора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Старчанка, У.М. Сутнасць дзейнасга падыходу і яго значэнне для педагагічнай тэорыі і практыкі / У.М. Старчанка // Становление социальной и профессиональной компетентности личности: сб. науч. ст. / Гомел. гос. ун-т; редкол.: Ф.В. Кадол (науч. ред.), В.П. Горленко (отв. ред.), Л.И. Селиванова. – Гомель, 2012. – С. 95–102.
2. Старченко, В.Н. Научно-технологические основы формирования потребностно-мотивационно-ценностной сферы физической культуры учащихся второй и третьей ступеней общего среднего образования: монография / В.Н. Старченко, А.Н. Метелица. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – 265 с.
3. Старчанка, У.М. Натуральныя ўмовы педагагічнага працэсу / У.М. Старчанка // Педагагічная спадчына акадэміка І.Ф. Харламава і сучасныя праблемы навучання і выхавання вучнёўскай і студэнцкай моладзі (да 85-годдзя з дня нараджэння): матэрыялы рэсп. навук.-практ. канф.: у 2 ч. / Гомел. дзярж. ун-т імя Францыска Скарыны. – Гомель, 2005. – Ч. 1. – С. 139–144.
4. Старченко, В.Н. Естественный педагогический процесс и его принципы как основа деятельности образовательной системы / В.Н. Старченко // Педагогічні науки: тэорыя, історыя, інновацыйні тэхналогіі. – 2012. – № 2(20). – С. 56–66.
5. Старчанка, У.М. Спартыўная метралогія: падручнік / У.М. Старчанка. – Мінск: РІВШ, 2021. – 368 с.

REFERENCES

1. Starchanka U.M. *Stanovleniye sotsialnoi i professionalnoi kompetentnosti lichnosti: sb. nauch. st.* [Formation of Social and Professional Competence of the Personality: Collection of Articles], Gomel, 2012, pp. 95–102.
2. Starchenko V.N., Metelitsa A.N. *Nauchno-tekhnologicheskiye osnovy formirovaniya potrebnostno-motivatsionno-tsennostnoi sfery fizicheskoi kultury uchashchikhsia vtoroi i tretyei stupenei obshchego srednego obrazovaniya: monografiya* [Scientific and Technological Bases of Shaping the Need and Motivation and Value Sphere of Physical Education of General Secondary Education Second and Third Stages Students: Monograph], Gomel: GGU im. F. Skoriny, 2019, 265 p.
3. Starchanka U.M. *Pedagogichnaya spadchyna akademika I.F. Kharlamava i suchasniya prablemy navuchannia i vykhavannia vuchneuskai i studentskai moladzi (da 85-godzia z dnia narodzennia): materiyaly resp. navuk.-prakt. kanf.* [Pedagogical Heritage of Academician I.F. Kharlamav and Contemporary Problems of Teaching and Educating School and University Students (to the 85th Anniversary): Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference], Gomel, 2005, 1, pp. 139–144.
4. Starchenko V.N. *Pedagogichni nauki: teoriya, istoriya, innovatsiyini tekhnologii* [Pedagogical Sciences: Theory, History, Innovation Technologies], 2012, 2(20), pp. 56–66.
5. Starchanka U.M. *Spartyunaya metralogiya: padruchnik* [Sport Metrology: Textbook], Minsk: RIVSh, 2021, 368 p.

Поступила в редакцию 12.12.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: starch@yandex.by – Старченко В.Н.

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ У СТУДЕНТОВ-ВОЛЕЙБОЛИСТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

О.Н. Малах, Д.В. Иванова

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

В исследовании рассматривается проблема повышения результативности у спортсменов в игровых видах спорта путем улучшения периферического зрения на основе комплекса специальных упражнений и тренировочных устройств.

Авторами констатируется, что этот вид зрительного восприятия необходимо развивать целенаправленно, так как наибольшее поле зрения дает существенное преимущество спортсмену в поступлении визуальной информации, в частности, в волейболе.

Цель работы – выявление особенностей комплексов специальных упражнений и тренировочных устройств для развития периферического зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов.

Материал и методы. Теоретический анализ современных технологий и научно-исследовательской литературы о развитии периферического зрения у спортсменов в игровых видах спорта.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что содержание процесса воздействия на периферическое зрение у студентов-волейболистов представляет этап спортивной подготовки, которую можно определить как многолетний процесс, позволяющий команде в силу длительности и предложенной техники, а также благодаря подходу тренера достигать максимальных показателей спортивной подготовленности. К основным методам развития периферического зрения относятся системный, соревновательный (контрольный) и переменного интервального упражнения. Средствами формирования указанного вида зрения являются специальные упражнения и различные тренировочные устройства.

Заключение. Результативное использование специальных упражнений и тренировочных устройств для развития периферического зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов должно основываться на ключевых методах процесса совершенствования данного вида зрительного восприятия.

Ключевые слова: студенты-волейболисты, периферическое зрение, специальные упражнения и тренировочные устройства для развития периферического зрения, учебно-тренировочный процесс, игровые виды спорта.

ON THE ISSUE OF THE DEVELOPMENT OF STUDENT VOLLEYBALL PLAYERS PERIPHERAL SIGHT BASED ON A COMPLEX OF SPECIAL EXERCISES AND TRAINING DEVICES

O.N. Malakh, D.V. Ivanova

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

The issue of sportsmen result increase in playing sports by improving peripheral vision on the basis of a complex of special exercises and training devices is considered in the article.

The authors state that this type of visual perception needs developing purposefully since the biggest vision field gives a considerable advantage to a sportsman in obtaining visual information, in volleyball, in particular.

The research purpose is finding out features of special exercise complexes and training devices for the development of peripheral sight during volleyball players' academic and training process.

Material and methods. A theoretical analysis of contemporary technologies and scientific research literature on the development of playing sportsmen's peripheral sight.

Findings and their discussion. It was found out that the contents of the process of influencing peripheral sight of volleyball players is a stage of sport training which can be determined as a years-long process which makes it possible for the team to reach maximum results due to the long-term offered technique as well as due to the coach's approach. The main methods of the development of peripheral sight are the system, the competitive (control) and the variable-interval exercise ones. The ways of shaping the mentioned sight type are special exercises and various training devices.

Conclusion. The resulting use of special exercises and training devices for the development of peripheral sight in the academic and training process of volleyball players should be based on key methods of the process of this type of visual perception improvement.

Key words: student volleyball players, peripheral sight, special exercises and training devices for the development of peripheral sight, academic and training process, playing sports.

«Периферическое зрение (т.е. боковое, суммарное, образное) помогает человеку [спортсмену] ... наиболее активно ориентироваться и свободно перемещаться в пространстве» [1]. В этой связи зрительная сенсорная система имеет существенное и даже приоритетное значение для получения результатов в различных видах игрового спорта. С учетом того, что именно посредством обработки информации, которая принимается зрительной, слуховой и двигательной сенсорными системами, а ведь в совокупности они являются «одним из мощнейших регуляторов поведения» [2], происходит эффективное и системное развитие разнообразных двигательных навыков спортсменов в самых различных игровых видах спорта.

Поэтому чрезвычайно востребованной и актуальной сегодня является задача развития периферического зрения у спортсменов в игровых видах спорта на основе комплекса специальных упражнений и тренировочных устройств.

Проблематика же данного исследования вытекает из противоречия двух следующих суждений, где, во-первых, несомненным условием успешной результативности спортсменов в игровых видах спорта выступает установка о том, что «периферическое зрение необходимо целенаправленно развивать, начиная с тренировочного этапа и на протяжении всего периода многолетней спортивной подготовки» [3], т.к. наибольшее поле зрения, получаемое в процессе развития этого вида зрительного восприятия, дает существенное преимущество спортсмену в поступлении визуальной информации в целом ряде игровых видов спорта (волейболе, футболе, баскетболе, теннисе, бадминтоне). Тем самым развитие периферического зрения у спортсменов в игровых видах спорта, на основе комплекса специальных упражнений и тренировочных устройств, представляет собой очевидный и важный фактор результативности в избранном виде игрового спорта.

Цель работы – выявление особенностей комплексов специальных упражнений и тренировочных устройств для развития периферического зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов.

Материал и методы. Теоретический анализ современных технологий и научно-исследовательской литературы о развитии периферического зрения у спортсменов в игровых видах спорта.

Результаты и их обсуждение. Рассмотрение целого ряда авторских публикаций [4–9] позволяет отметить, что сегодня волейбол является одним из наиболее популярных игровых видов спорта во многих странах мира, поскольку это очень эмоциональная, командная и ответственная игра, добившаяся большой популярности по всему миру, в том числе и как олимпийский вид спорта – «в 1964 году волейбол был включен в программу летних Олимпийских игр в Токио» [10]. При этом сегодня «контингент игроков, занимающихся волейболом, составляет от 7–10 до 30–35 лет» [5], а сама игра в волейбол характеризуется следующими специфическими особенностями, необходимым условием которых служит развитие периферического зрения у спортсменов-волейболистов:

– одним из «важнейших качеств для игроков в волейбол является реакция» [9]. При этом «быстрота реакции выбора в волейболе является одним из основных компонентов, характеризующих уровень спортивного мастерства, а формирование реакции выбора в основном реализуется через функционирование зрительного анализатора» [7];

– в процессе игры в волейбол «постоянные взаимодействия с мячом способствуют улучшению глубинного периферического зрения, и, как следствие, точности и ориентировки в пространстве» [7], а значит и «управление точными движениями в пространстве игры в волейбол реализуется ведущим участием зрения» [8];

– поскольку «волейбол – это командная игра» [8], где «игроков не ограничивают территорией при приеме или передачи мяча» [9], то и значимость развития периферического зрения у волейболистов

становится одним из ключевых условий их командного успеха в спортивной деятельности. Так как «в игре команд все чаще применяются сложные тактические комбинации со сменой мест, скрытыми перемещениями, снижением высоты и увеличением скорости передачи мяча» [6]. В этих условиях от любого члена команды требуется наличие периферического зрения – для точного и молниеносного ответного действия на действие другого члена своей команды или своего игрового противника. Поскольку именно «в групповых действиях мышление часто носит наглядно-образный характер, требующий пространственных представлений, а также оперативности в оценке ситуации и принятии решения» [6], что возможно только при успешно сформированном периферическом зрении у спортсмена-волейболиста;

– поскольку «волейбол – это командная игра, в которой тактика и техника играет важную роль» [8], а сама «техника игры в волейбол включает в себя ряд различных приемов (стойки, перемещения, верхняя подача мяча, нижняя подача мяча, передачи мяча, блок мяча перед сеткой)» [7], то «разработка и практическая реализация специальных комплексов упражнений и тренировочных устройств, целенаправленных на развитие у волейболистов периферического зрения, является обязательным и важнейшим элементом процесса их технического совершенствования, начиная с тренировочного этапа и на протяжении всего периода их многолетней спортивной подготовки» [3]. Само «периферическое зрение в волейболе необходимо как в атаке, так и в защите, на разных этапах спортивной подготовки» [3]. На самых ранних этапах тренировки юных волейболистов чрезвычайно востребованным становится восприятие комбинаций и управление различными движениями, что во многом достигается также при помощи периферического зрения. При этом роль данного вида зрения в тактике игры в волейбол занимает ключевое, определяющее место в тренировочном процессе уже юных волейболистов. И здесь не будет лишним отметить, что поскольку начальный период обучения юных волейболистов начинается с 9–12 лет, то следует учитывать, что в данном возрасте у детей происходят существенные изменения в формировании зрительного восприятия, когда у ребенка год от года расширяются границы его поля зрения. Все это повышает значение тренировочной работы по улучшению данного вида зрения, которое является основой тактической подготовки в волейболе, начиная с начального периода и продолжая его во всем процессе спортивного совершенствования. Практическая же значимость подобной тренировочной работы заключается в том, что особенности формирования периферического зрения в разных возрастных периодах волейболистов могут, в том числе, служить и диагностическим критерием их зрительного восприятия, для определения развития у них точности координации действий и зрительной функции – важнейших взаимосвязанных элементов игроков данного вида спорта.

В целом содержание процесса воздействия на периферическое зрение у спортсменов-волейболистов, по своей сути, представляет этап спортивной подготовки, которую, по мнению С.А. Черниговой, можно рассматривать как «многолетний процесс, который в силу длительности и определенной техники, подхода тренера, позволяет волейболисту и в целом команде достигать максимальных показателей спортивной подготовленности, а также демонстрировать их в соревнованиях с другими командами» [8]. И с учетом того, что, прежде всего, «спортивная подготовленность предполагает физическое совершенствование» [7], а «оптимальный уровень развития двигательных способностей волейболиста – это залог успешного овладения техникой волейбола» [11], одним из важнейших факторов успеха которой является развитое периферическое зрение, то и сам процесс формирования и развития данного вида зрения у спортсменов-волейболистов может и должен быть отнесен к содержанию технического процесса спортивной подготовки.

Вместе с тем, как и любой другой период спортивной подготовки, процесс развития периферического зрения у спортсменов-волейболистов подразумевает наличие специальных средств и методов воздействия, где «методы и средства должны подбираться в зависимости от ставящихся целей и содержательной составляющей воздействия» [12], т.е. в зависимости от развития периферического зрения в данном виде игрового спорта.

Прежде всего следует отметить, что:

а) «специальные упражнения – это упражнения тренировочного характера, имеющие целью выработку и закрепление определенных умений и навыков» [13]. При этом в нашем случае

рассматривается такой навык (способность), как периферическое зрение, в учебно-тренировочном процессе волейболистов;

б) «тренировочные устройства – это технические средства, устройства системы, комплексы и аппаратура, которые применяются для тренирующего воздействия на различные органы и системы организма» [13], обеспечивающие «выполнение спортивных упражнений с заданными усилиями и структурой движений без контролируемого взаимодействия» [14]; «устройства, приспособления которых помогают тренировать или моделировать ситуацию» [15]. И это тоже касается тренировочных устройств для развития периферического зрения. При том, что «применение разных тренировочных технических средств способствует совершенствованию специальных качеств в том числе и периферического зрения, необходимых для быстрого и рационального решения задач, возникающих в игровой обстановке, а также получению срочной объективной информации о качестве выполняемых действий» [16].

Как показывает ряд современных исследований [5; 8; 17–19], в результате применения разных специальных тренажерных технических устройств и (или) специальных упражнений в тренировочном процессе волейболистов у последних значительно развивается результативность периферического зрения. С учетом того, что сегодня указанные специальные упражнения и тренажерные устройства для тренировки периферического зрения все чаще используются и в тренировке спортсменов, и в физическом воспитании школьников и студентов. В частности, такие исследователи, как Г.Р. Данилова и И.Е. Коновалов [3], В.В. Саликов [18] и М.Х. Хаупшев [19], в своих авторских публикациях отмечают высокую ценность и существенную результативность применения данных средств формирования периферического зрения у юных волейболистов, в том числе у школьников и студентов.

Так, в своем исследовании Г.Р. Данилова и И.Е. Коновалов [3] предлагают использовать в тренировочном процессе юных волейболистов 12–13 лет разработанные ими же специальные комплексы упражнений, направленные на развитие периферического зрения [20]. Эти авторы рекомендуют (исходя из собственного опыта):

- системный метод развития периферического зрения (разбивка упражнений на системные комплексы (этапы проведения));
- соревновательный (контрольный) метод (организационно-методические указания контроля на всех этапах комплекса);
- дифференцированный подход (комплексы упражнений проводились в подготовительный период тренировки, в течение 9 месяцев, тренировочные микроциклы реализовывались по схеме 3-1-2-1);
- метод повторного упражнения (дозировка 15–20 упражнений);
- игровой же метод развития периферического зрения (нашел применение на всех комплексных этапах игровых заданий, с элементами игры в волейбол).

Таким образом, анализ представленных данных позволил выявить, что в разработанных Г.Р. Даниловой и И.Е. Коноваловым специальных упражнениях использовались основные методы развития периферического зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов. Результативность данной методики была подтверждена ростом показателей эффективности развития периферического зрения у юных волейболистов: «показатели измерения верхнего поля обоих глаз, показатели измерения нижнего поля обоих глаз, показатель измерения внутреннего поля правого глаза, показатель измерения внутреннего поля левого глаза и показатели измерения наружного поля правого и левого глаз» [3]. Этими авторами также было установлено, что «в основе техники игры в волейбол лежит, прежде всего, центральное зрение, а для формирования у юных волейболистов тактического мастерства необходимо хорошо развитое периферическое зрение» [3].

С указанной позиции провел и исследование В.В. Саликов [18], который отметил высокое значение периферического зрения для успешной тактической подготовленности юных спортсменов, к тому же представив комплекс упражнений для тренировки периферического (бокового) зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов, которые также опирались на основные методы развития этого вида зрения [18].

Предложенный комплекс специальных упражнений для развития периферического зрения дает возможность установить, что такие упражнения направлены на повышение тактического мастерства

волейболистов и основаны на комплексном использовании ключевых методов развития данного вида зрительного восприятия.

Анализ ряда публикаций [13; 20; 21] позволил установить, что, наряду со специальными упражнениями, разнообразные технические тренировочные устройства, разработанные специалистами, являются эффективным средством для улучшения периферического зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов.

Поскольку «благодаря тренировке, при помощи разнообразных тренировочных устройств, направленных на развитие периферического зрения, спортсмены-волейболисты могут быть более осведомленными о ситуации на поле, получать ценную информацию и принимать правильные решения, что может стать решающим фактором в игре» [21]. Особую роль при этом играют технические тренировочные устройства для развития периферического зрения у спортсменов данной игровой специализации (табл.).

Таблица

**Основные группы технических тренировочных устройств
для развития периферического зрения
в учебно-тренировочном процессе волейболистов**

Группы тренировочных устройств	Характеристика тренировочного устройства
1. Спортивные игры с увеличенным полем зрения	Этот тип устройств включает различные компьютерные программы и видеоигры, созданные для тренировки периферического зрения. Они позволяют спортсменам развивать умение быстро и точно «считывать» окружающую обстановку, улавливать мельчайшие детали и прогнозировать движения оппонентов
2. Имитаторы периферического зрения	Устройства разработаны для симуляции ситуаций, при которых спортсмен должен постоянно следить за большим объемом информации вокруг себя. Имитаторы периферического зрения помогают тренировать способность замечать объекты и движения, происходящие вне непосредственной области фокусировки зрения
3. Специальные очки и маски	Данный тип устройств использует определенные светофильтры, линзы или маски с непрозрачными боковыми панелями, которые ограничивают поле зрения спортсмена и требуют от него более точной работы с периферическим зрением. Специальные очки и маски позволяют тренировать спортсменов в условиях, когда их обычное зрение ограничено или сужено, что развивает и улучшает их периферическое зрение в игровых ситуациях

Источник: [21].

При использовании всех групп тренировочных устройств, представленных в табл., используется:

- системный метод (все данные устройства применяются для системного развития периферического зрения);
- соревновательный (контрольный) метод (все данные группы устройств позволяют эффективно контролировать учебно-тренировочный процесс и оценивать уровень развития периферического зрения у лиц, занимающихся волейболом);
- дифференцированный подход (данные группы тренировочных устройств обладают разной функциональностью (при помощи компьютерных программ и видеоигр, разных имитаторов, специальных очков и масок), благодаря чему тренируют периферическое зрение у волейболистов);
- метод повторного упражнения (любая из данных групп устройств помогает осуществлять повтор и (или) интервал при их применении в учебно-тренировочном процессе волейболистов);
- игровой метод развития периферического зрения (во всех группах данных устройств предполагается использование заданий с элементами игры в волейбол (особенно посредством компьютерных программ и видеоигр, созданных для тренировки периферического зрения)).

Таким образом, результативное использование специальных упражнений и тренировочных устройств для развития периферического зрения в учебно-тренировочном процессе волейболистов должно основываться на ключевых методах процесса совершенствования данного вида зрительного восприятия.

Заключение. Следовательно, периферическое зрение представляет собой способность восприятия части пространства вокруг фиксированной точки, которое выходит за фокус основного внимания, определяемого полем зрения, что помогает человеку (спортсмену) видеть предметы за пределами фокуса внимания и, как следствие, наиболее эффективно ориентироваться и свободно перемещаться в пространстве. Содержание процесса воздействия на периферическое зрение у спортсменов-волейболистов, по своей сути, представляет процесс спортивной подготовки, которую можно рассматривать как многолетний процесс, который в силу длительности и определенной техники, а также благодаря подходу тренера позволяет команде достигать максимальных показателей спортивной подготовленности. К основным методам развития периферического зрения у спортсменов-волейболистов относятся: системный, соревновательный (контрольный) и переменного интервального упражнения. Средствами формирования периферического зрения являются специальные упражнения и различные тренировочные устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копалева, В.Г. Глазные болезни: учебник / под ред. проф. В.Г. Копалевой. – Москва: Офтальмология, 2018. – 495 с.
2. Ломтатидзе, О.В. Физиология сенсорных систем: учеб.-метод. пособие / О.В. Ломтатидзе, А.С. Алексеева; под общ. ред. О.В. Ломтатидзе; М-во науки и высшего образования Рос. Федер., Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 120 с.
3. Данилова, Г.Р. К вопросу о необходимости развития периферического зрения у юных волейболистов / Г.Р. Данилова, И.Е. Коновалов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 4(218). – С. 90–97.
4. Самохина, Д.А. Волейбол уникальная игра / Д.А. Самохина // Наука–2020. – 2021. – № 4(49). – С. 187–190.
5. Губа, В.П. Теория и методика спортивных игр: учебник / В.П. Губа. – Москва: Спорт, 2020. – 720 с.
6. Лавренчук, А.А. Развитие и совершенствование процессов восприятия в прикладной физической подготовке средствами волейбола / А.А. Лавренчук, О.В. Саенко, С.С. Лавренчук // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 28 февр. 2018 г. / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург, 2018. – С. 64–69.
7. Рожкова, Г.И. Современные представления о специфике периферического зрения человека / Г.И. Рожкова, А.В. Белокопытов, Е.Н. Иомдина // Сенсорные системы. – 2019. – Т. 33, № 4. – С. 305–330.
8. Чернигова, С.А. Научно-методические аспекты спортивной тренировки волейболистов / С.А. Чернигова // Вопросы российской юстиции. – 2023. – № 23. – С. 231–235.
9. Шеботникова, Е.А. Вклад зрительно-пространственного восприятия в школьную успеваемость ребенка / Е.А. Шеботникова // Молодой ученый. – 2018. – № 1(187). – С. 36–38.
10. Романова, Е.О. История волейбола: от скромного начала к международному признанию / Е.О. Романова // Молодой ученый. – 2023. – № 51(498). – С. 472–474.
11. Шиховцов, Ю.В. Оптимальный уровень развития двигательных способностей волейболиста – залог успешного овладения техникой волейбола / Ю.В. Шиховцов, И.В. Николаева, П.П. Николаев // Известия Института систем управления СГЭУ. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 24–26.
12. Ржанов, А.А. Формирование реакции выбора в волейболе / А.А. Ржанов, А.А. Ахматгалин, С.А. Гальцев, А.И. Несмеянов // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 10. – С. 92–95.
13. Епишкин, И.В. Модельные комплексы технического сопровождения детского спорта / И.В. Епишкин, О.Д. Фесенко // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 30–36.
14. Уразалин, Н.Б. Игровой и соревновательный методы в физической культуре, их значение и особенности использования / Н.Б. Уразалин // Ученые записки филиала Российской таможенной академии имени В.Б. Бобкова. – 2019. – № 4(72). – С. 104–107.
15. Зенченко, И.С. Развитие физических качеств на занятиях единоборствами с помощью тренажерных устройств / И.С. Зенченко // Молодой ученый. – 2022. – № 11(406). – С. 215–218.
16. Эртман, Ю.Н. Технические средства как основа для совершенствования точности подач в волейболе / Ю.Н. Эртман // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 46–54.
17. Пружинина, М.В. Технологии совершенствования технической подготовки в волейболе обучающихся старших классов / М.В. Пружинина, К.Н. Пружинин, И.И. Богатова // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 1–11.
18. Солодилова, Е.С. Актуальные тактики игры в волейбол / Е.С. Солодилова, А.П. Мартынов // Молодой ученый. – 2023. – № 43(490). – С. 288–290.
19. Хаупшев, М.Х. Координационная подготовка волейболиста как средство развития функции зрительной сенсорной системы / М.Х. Хаупшев, А.З. Бажев, А.А. Бажев, В.М. Мусакаев // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 12. – С. 39–41.
20. Шиховцов, Ю.В. Оптимальный уровень развития двигательных способностей волейболиста – залог успешного овладения техникой волейбола / Ю.В. Шиховцов, И.В. Николаева, П.П. Николаев // Известия Института систем управления СГЭУ. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 24–26.
21. Суханов, А.В. Влияние тренировок над специальной работоспособностью на результативность игры в годичном периоде в пляжном волейболе / А.В. Суханов, Л.В. Булыкина, В.П. Губа // Известия Тульского государственного университета. Серия: Физическая культура. Спорт. – 2020. – № 7. – С. 117–122.

REFERENCES

1. Kopyayeva V.G. *Glazniye bolezni: uchebnik* [Eye Diseases: Textbook], Moscow: Oftalmologiya, 2018, 495 p.
2. Lomtadidze O.V., Alekseyeva A.S. *Fiziologiya sensorykh system: ucheb.-metod. posobiye* [Physiology of Sensor Systems: Guidelines], Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2022, 120 p.
3. Danilova G.R., Konovalov I.E. *Ucheniye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of P.F. Lesgaft University], 2023, 4(218), pp. 90–97.
4. Samokhina D.A. *Nauka–2020* [Science–2020], 2021, 4(49), pp. 187–190.
5. Guba V.P. *Teoriya i metodika sportivnykh igr: uchebnik* [Theory and Methods of Sport Games: Textbook], Moscow: Sport, 2020, 720 p.
6. Lavrenchuk A.A., Sayenko O.V., Lavrenchuk S.S. *Problemy razvitiya fizicheskoi kultury i sporta v novom tysyacheletii: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Ekaterinburg, 28 fevr. 2018 g.* [Issues of the Development of Physical Training and Sport in the New Millenium: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Ekaterinburg, February 28, 2018], Ekaterinburg, 2018, pp. 64–69.
7. Rozhkova G.I., Belokopytov A.V., Iomdina E.I. *Sensorniye sistemy* [Sensor Systems], 2019, 33(4), pp. 305–330.
8. Chernigova S.A. *Voprosy rossiiskoi yustitsii* [Issues of Russian Justiciary], 2023, 23, pp. 231–235.
9. Shebotinina E.A. *Molodoi ucheny* [Young Scholar], 2018, 1(187), pp. 36–38.
10. Romanova E.O. *Molodoi ucheny* [Young Scholar], 2023, 51(498), pp. 472–474.
11. Shikhovtsov Yu.V., Nikolayeva I.V., Nikolayev P.P. *Izvestiya Instituta system upravleniya SGEU* [Journal of SGEU Institute of the Systems of Management], 2019, 19(3), pp. 24–26.
12. Rzhanov A.A., Akhmatgatin A.A., Galtsev S.A., Nesmeyanov A.I. *Teoriya i praktika fizicheskoi kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2021, 10, pp. 92–95.
13. Epishkin I.V., Fesenko O.D. *Fizicheskaya kultura. Sport. Turizm. Dvigatel'naya rekreatsiya* [Physical Education. Sport. Tourism. Motion Recreation], 2021, 6(2), pp. 30–36.
14. Urazalin N.B. *Ucheniye zapiski filiala Rossiiskoi tamozhennoi akademii imeni V.B. Bobkova* [Scientific Notes of V.B. Bobkov Russian Customs Academy Branch], 2019, 4(72), pp. 104–107.
15. Zenchenko I.S. *Molodoi ucheny* [Young Scholar], 2022, 11(406), pp. 215–218.
16. Ertman Yu.N. *Nauka i sport: sovremenniye tendentsii* [Science and Sport: Modern Trends], 2015, 7(2), pp. 46–54.
17. Pruzhinina M.V., Pruzhinin K.N., Bogatova I.I. *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya* [World of Science. Education and Psychology], 2020, 8(3), pp. 1–11.
18. Solodilova E.S., Martynov A.P. *Molodoi ucheny* [Young Scholar], 2023, 43(490), pp. 288–290.
19. Khaupshev M.Kh., Bazhev A.Z., Bazhev A.A., Musakayev V.M. *Teoriya i praktika fizicheskoi kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2021, 12, pp. 39–41.
20. Shikhovtsov Yu.V., Nikolayeva I.V., Nikolayev P.P. *Izvestiya Instituta system upravleniya SGEU* [Journal of SGEU Institute of the Systems of Management], 2019, 19(2), pp. 24–26.
21. Sukhanov A.V., Bulykina L.V., Guba V.P. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fizicheskaya kultura. Sport* [Journal of Tula State University. Physical Education. Sport], 2020, 7, pp. 117–122.

Поступила в редакцию 19.02.2025

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

УДК 796.011.3:796.012.1-053.4

ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Я.О. Кальниш, Ю.Н. Халанский, М.В. Хлопцева
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

Укрепление психофизического здоровья, физическое развитие и формирование навыков здорового образа жизни являются ключевыми аспектами гармоничного взросления ребенка. Заботясь о сохранении и улучшении здоровья, важно акцентировать внимание на совершенствовании физических качеств, которые служат основой для дальнейшего физического роста ребенка.

Цель статьи – разработка педагогической методике повышения уровня физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста.

Материал и методы. *В ходе проведенного исследования были применены теоретические, эмпирические и статистические методы обработки информации. Авторами использовались следующие материалы: учебная программа дошкольного образования для учреждений дошкольного образования с русским языком обучения и воспитания, диагностическая карта физической подготовленности детей дошкольного возраста.*

Результаты и их обсуждение. *В рамках предварительного эксперимента было обследовано 60 воспитанников старшего дошкольного возраста. Полученные результаты указывают на недостаточный уровень развития некоторых физических качеств, что свидетельствует о необходимости создания новых педагогических методов, способствующих улучшению физической подготовленности детей этой возрастной группы. В статье представлена педагогическая разработка построения учебного процесса по физическому воспитанию в старшем дошкольном возрасте в виде годового плана-графика распределения учебного материала. Методика апробирована в ходе проведения педагогического эксперимента, который продемонстрировал свою положительную эффективность.*

Заключение. *Предложенная методика позволяет повысить физическую подготовленность детей на этапе старшего дошкольного возраста. Она содержит комплексные упражнения, предусматривающие их выполнение в определенной последовательности и направленные на развитие всех физических качеств ребенка. В основу упражнений положено применение игрового метода обучения.*

Ключевые слова: *старший дошкольный возраст, физическая подготовленность, физические качества.*

THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE PHYSICAL FITNESS OF PRESCHOOL CHILDREN

Ya.O. Kalnish, Yu.N. Khalansky, M.V. Khloptseva
Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

Strengthening mental and physical health, physical development, and the formation of healthy lifestyle skills is an important direction for the harmonious development of a child. Taking care of maintaining and strengthening health, it is necessary to pay special attention to the development of physical qualities as a foundation for further physical development of the child.

The purpose of the study is to develop a pedagogical methodology for improving the level of physical fitness of older preschool children.

Material and methods. *In the course of the conducted research, the following theoretical, empirical and statistical methods of information processing were applied. The following materials were used in this study: the curriculum of preschool education for preschool institutions with the Russian language of instruction and upbringing, a diagnostic map of physical fitness of preschool children.*

Findings and their discussion. *As part of the preliminary experiment, 60 pupils of senior preschool age were examined. The results of this study show a low level of development of certain physical qualities. Therefore, it is necessary to develop new pedagogical approaches that will help improve the physical fitness of older preschool children. The article presents a pedagogical development of the construction of the educational process for physical education in senior preschool age in the form of an annual schedule for the distribution of educational material. The technique was tested in the process of conducting a pedagogical experiment, which showed positive effectiveness.*

Conclusion. *The methodology developed by us to increase the level of physical fitness of older preschool children contains complex exercises that are given in a certain sequence aimed at developing all the physical qualities of the child. All exercises are built using a game-based learning method.*

Key words: *senior preschool age, physical fitness, physical qualities.*

Двигательная активность, по данным специалистов, играет ключевую роль в формировании физической подготовленности воспитанников дошкольного возраста. С помощью нее можно определить уровень функциональных возможностей и способностей ребенка, поэтому необходимо предоставить все условия для обеспечения трудоспособности детей с самого раннего возраста. Существуют определенные критерии, которые нужны для того, чтобы удовлетворить указанную потребность [1; 2].

Влияние движений, динамической активности на физическую подготовленность детей в этом возрастном периоде является крайне важным, поскольку в этот период происходит активное формирование основ двигательных навыков, координации движений, гибкости и выносливости. Благоприятное воздействие физических упражнений отмечено и в проявлениях интеллектуальных способностей человека. Это особенно актуально в детском возрасте, когда ребенок активно развивается физиологически и психологически.

Цель статьи – разработка педагогической методики повышения уровня физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста.

Материал и методы. В качестве материалов исследования использовались диагностические карты физической подготовленности детей дошкольного возраста.

Метод: анализ научно-методической литературы, нормативно-правовых актов в сфере дошкольного образования, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, математической статистики.

Результаты и их обсуждение. Для диагностики физической подготовленности детей дошкольного возраста в 2023/2024 учебном году была применена методика Е. Каранец и Н. Власенко «Показатели диагностики физической подготовленности детей дошкольного возраста от 3 до 7 лет» [3].

Всего было обследовано 60 воспитанников (5–7 лет – старшая возрастная группа) в учреждениях дошкольного образования г. Витебска.

Проводилось тестирование уровня физической подготовленности посредством использования следующих тестовых упражнений: бег 10 м (с хода); бег 30 м; бег 10 м (между предметами); прыжок в длину с места; бросок набивного мяча из исходного положения сидя; наклон вперед из положения сидя; стойка на одной ноге; отбивание мяча от пола и ловля его [3].

В качестве предварительного эксперимента все воспитанники дошкольного учреждения выполняли все вышеприведенные контрольные тесты.

Результаты первого предварительного исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели уровня физической подготовленности

Показатели	Старший возраст (девочки)	Уровень ФП	Старший возраст (мальчики)	Уровень ФП
Бег 10 м (с хода), сек	2,7 (± 0,23)	Низкий	2,57 (± 0,2)	Средний
Бег 10 м (между предметами), сек	5,5 (± 0,5)	Высокий	5,4 (± 0,4)	Высокий
Бег 30 м, сек	7,7 (± 0,35)	Низкий	7,55 (± 0,2)	Средний
Прыжок в длину с места, см	95 (± 0,34)	Низкий	100,2 (± 0,1)	Средний
Наклон туловища вперед, см	11,5 (± 0,2)	Средний	9,1 (± 0,1)	Средний
Стойка на одной ноге, сек	60,4 (± 0,45)	Высокий	48,5 (± 0,25)	Средний
Бросок набивного мяча, см	173,8 (± 0,32)	Низкий	169,4 (± 0,15)	Низкий

Как видно из табл. 1, девочки имеют низкий уровень развития таких физических качеств, как быстрота (тест «Бег 10 м (с хода)»), выносливость (тест «Бег 30 м»). Тестовые упражнения «Прыжок в длину с места» и «Бросок набивного мяча с исходного положения сидя на полу» показали низкую степень развития силы.

У мальчиков из всех физических качеств только сила имеет низкий уровень развития, что отразилось при выполнении контрольного испытания «Бросок набивного мяча с исходного положения сидя на полу».

Исследование выявило низкий уровень развития определенных физических качеств у детей 5–7 лет. Исходя из этого, существует необходимость в создании инновационных педагогических принципов работы и поиска современных технологий педагогической деятельности.

Совершенствование физических качеств в дошкольном образовании, по мнению большинства специалистов, наиболее результативно, когда занятия проходят в игровой форме, особенно в качестве подвижных игр. Последние выступают не только неотъемлемым элементом физического развития детей дошкольного возраста, но и незаменимым средством пополнения знаний и представлений ребенка об окружающем мире, развития мышления, сообразительности, коммуникативных и морально-волевых качеств личности [4; 5].

Разработанная методика повышения уровня физической подготовленности детей старшего школьного возраста характеризуется тем, что на каждом учебном занятии применяются подвижные игры, которые всесторонне развивают физические способности ребенка и постоянно варьируются различными способами. Для изменения подвижных игр мы применяли следующие способы:

- 1) увеличение количества повторений и общей продолжительности игры;
- 2) усложнение правил игры за счет: смены инвентаря; смены движения; введения новых двигательных действий;
- 3) изменили размещение играющих;
- 4) изменение сигнала (вместо словесного сигнала использовать звуковой);
- 5) проведение подвижных игр в нестандартных условиях.

Разработанный план-график учебных занятий по физической культуре с акцентом на развитие отстающих физических качеств разбит на 3 квартала, каждый из которых включает 48 учебных недель. Физические упражнения в плане-графике разделены на блоки:

- 1) упражнения в ходьбе, беге; 2) упражнения в прыжках; 3) упражнения в бросаниях, ловле, метаниях; 4) упражнения в ползании, лазании; 5) упражнения в равновесии; 6) подвижные игры и игровые упражнения.

Блок «Упражнения в ходьбе с беге» включают те двигательные действия, которые являются основополагающими для дальнейшего развития опорно-двигательного аппарата ребенка и укрепления мышечно-связочной системы организма. Данный блок включает упражнения, исходя из принципа физического воспитания «от простого к сложному». С сентября по ноябрь предлагаются упражнения более простого уровня: обычная ходьба, перекал с пятки на носок, широким шагом. Упражнения по бегу также опираются на этот принцип: обычный бег, бег с захлестом голени, прямой и боковой галоп, а также бег с высоким подниманием бедра. Во втором квартале упражнения становятся более сложными и основываются на ранее изученных двигательных действиях. В ходьбе это включает остановки в определенной позе и изменение направления с изменением скорости; в беге – движение «змейкой» между предметами, изменение скорости и повороты на 180° и 360°. В третьем квартале в ходьбе включены упражнения для укрепления мышц спины (ходьба с предметами на голове) и на координацию двигательных действий, равновесие (ходьба по наклонной доске прямо и боком). Усложняются и упражнения в беге, их направленность становится более комплексной и многоступенчатой. Это упражнения для развития координационных способностей (бег с чередованием с другими движениями), а также упражнения для развития выносливости (бег по пересеченной местности) [6].

Прыжковые упражнения на организм ребенка оказывают положительное воздействие. Данные двигательные действия укрепляют мышцы и связки нижних конечностей, способствуют развитию скоростно-силовых способностей, улучшают координацию движений ребенка. Блок «Упражнения в прыжках» включает последовательные задания, начиная с более простых и переходя к более сложным. С сентября по ноябрь в занятия входят более простые прыжковые упражнения: прыжки с поворотом влево, вправо на 180°, прыжки из широкой стойки ноги врозь – вместе. Затем, с декабря по февраль, добавляются упражнения с прыжками через низкие предметы (например, набивные мячи) и с предметами между ногами, выполняемые в разных направлениях. В третьем квартале начинается обучение прыжкам со скалкой (на двух ногах, с ноги на ногу и в процессе бега), а также упражнения в прыжках на предмет (тумба, гимнастическая скамейка) высотой до 35 сантиметров с места и с разбега в три шага, что позволяет не только развивать скоростно-силовые способности дошкольника, но также делать акцент на развитии координационных способностей.

План-график распределения учебного материала по физической культуре на I квартал для старшей группы

Учебный материал / занятие	СЕНТЯБРЬ							ОКТАБРЬ							НОЯБРЬ						
	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя					
Обучение движениям и воспитание физических качеств:																					
Блок «Упражнения в ходьбе и беге»																					
Ходьба:																					
– обычная	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
– перекатом с пятки на носок	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
– широким шагом		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Бег:																					
– обычный	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
– с захлестом голени			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
– прямым и боковым галопом		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
– с высоким пониманием колен			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Блок «Упражнения в прыжках»																					
Прыжки:																					
– с поворотами	+	+																			
– из широкой стойки ноги врозь – вместе (ноги скрестно)			+	+											+	+					
– сериями по 25–40 прыжков			+	+												+					
Блок «Бросание, ловля, метание»																					
Бросание, ловля, метание:																					
– отбивание мяча от пола на месте и с продвижением вперед поочередно правой и левой рукой перед собой, сбоку;			+	+											+	+					
– отбивание о стену и ловля его двумя и одной руками с хлопками и другими заданиями;			+	+												+					
Блок «Упражнения в ползании и лазании»																					
Ползание, лазание:																					
– в упоре, стоя на коленях и ладонях (3–4 м)		+	+	+																	
– спиной вперед				+	+										+	+					
Блок «Упражнения в равновесии»																					
Упражнения в равновесии:																					
– по скамейке боком приставными шагами	+															+					
– по скамейке, перешагивая набивные мячи или кубы (в 20 см)			+	+												+					
– по скамейке с мешочком на голове, руки в стороны или за спиной															+	+					
Блок «Подвижные игры и игровые упражнения»																					
Подвижные игры и игровые упражнения:																					
а) с бегом – подвижная игра «Горелки»	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
б) с прыжками – подвижная игра «Острова»			+	+																	
в) с бросанием, ловлей, метанием – подвижная игра «Быстрый мячик»			+	+											+	+					

План-график распределения учебного материала по физической культуре на III квартал для старшей группы

Учебный материал / занятия	МАРТ							АПРЕЛЬ							МАЙ																
	1 неделя		2 неделя		3 неделя		4 неделя		1 неделя		2 неделя		3 неделя		4 неделя		1 неделя		2 неделя		3 неделя		4 неделя								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Обучение движениям и воспитание физических качеств:																															
Ходьба:																															
– с мешочком на голове																															
– по наклонной доске прямо и боком																															
– по пересеченной местности, по ограниченной поверхности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Бег:																															
– в чередовании с другими движениями																															
– по пересеченной местности																															
Прыжки:																															
– через короткую скакалку различными способами (на двух ногах, с ноги на ногу, в процессе бега)	+																														
– с разбега в 3 шага на предмет высотой до 35 см, прыгивание с него																															
Блок «Упражнения в ходьбе и беге»																															
Бросание, ловля, метание:																															
– перебрасывание через сетку																															
– прокатывание набивных мячей весом 1 кг																															
Блок «Упражнения в лазании и лазании»																															
Ползание, лазание:																															
– по гимна. лестнице чередующим шагом (одноименным и разноименным способами), веревочной лестнице (в 2,5 м)																															
– чередование ползания с другими видами движений (ходьбой, бегом, прыжками)																															
Упражнения в равновесии:																															
– ходьба по наклонному бревну на высоте 35–40 см																															
– ходьба по гимна. скам. на коленях и ладонях																															
Блок «Подвижные игры и игровые упражнения»																															
Подвижные игры и игровые упражнения:																															
а) с бегом – подвижная игра «Салки – не попади в болото»																															
б) с прыжками – подвижная игра «Дикая прыгающая змея»																															
в) с бросанием, ловлей, метанием – подвижная игра «Стой»																															

Катание, бросание, ловля и метание – это группа ациклических, скоростно-силовых упражнений, которые способствуют укреплению всех основных групп мышц, связок и суставов, а также развитию глазомера, координации движения, равновесия. В плане-графике годового обучения по физическому воспитанию данные упражнения представлены в различных комбинационных формах: это упражнения в отбивании мяча от пола на месте и в движении, отбивание о стену и ловля мяча, подбрасывание и ловля мяча с различными дополнительными двигательными действиями, метание мяча на дальность и в цель, упражнения с утяжеленными мячами. Кроме развития физических качеств, данные упражнения формируют у дошкольника социальные навыки: работа в команде, взаимодействие друг с другом, соблюдение установленных правил выполнения упражнений [6].

Упражнения лазания являются важной частью физического развития детей, особенно в дошкольном возрасте. Лазание развивает не только физические навыки, но и когнитивные, социальные и эмоциональные. В блоке «Упражнения в ползании и лазании» большую группу разнообразных движений составляют ползание, подползание, переползание, пролезание и лазание. Эти упражнения выступают значимыми факторами формирования разностороннего развития детей.

Выполнение детьми упражнений на равновесие способствует всестороннему освоению окружающего пространства, улучшает координацию движений и развивает вестибулярный аппарат. Упражнения на равновесие включают ходьбу по гимнастической скамейке различными способами, ходьбу по гимнастической скамейке с различными предметами, с выполнением различных двигательных действий.

Отличительной чертой разработанного плана-графика проведения занятий по физическому воспитанию является то, что на каждом занятии применяются подвижные игры и игровые упражнения. Игры с физической активностью созданы с учетом их многогранного воздействия и нацелены на гармоничное развитие всех физических способностей.

Для подтверждения эффективности разработанной педагогической методики повышения уровня физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста был проведен педагогический эксперимент. До начала педагогического эксперимента были сформированы контрольная и экспериментальная группы, которые характеризовались идентичностью по возрастным показателям и уровню физической подготовленности ($V < 10\%$, выборку можно считать однородной).

Эксперимент проходил в период с сентября 2023 г. по май 2024 г. среди воспитанников старшего дошкольного возраста в количестве 20 человек в каждой группе.

После проведения педагогического эксперимента результаты констатирующего эксперимента показали, что уровень физической подготовленности у детей старшего возраста экспериментальной группы вырос более, нежели у контрольной (табл. 2).

Таблица 2

Показатели уровня физической подготовленности экспериментальной и контрольной группы старшего дошкольного возраста на конец исследования (мальчики)

Показатели	Группа	До эксперимента	После эксперимента	Разница показателей	Прирост (%)	Достоверность (P)
Бег 10 м (с хода), сек	КГ	2,5 ± 0,35	2,225 ± 0,3	-0,275	11,23%	p<0.05
	ЭГ	2,675 ± 0,15	2,05 ± 0,15	-0,625	30,24%	
Бег 10 м (между предметами), сек	КГ	5,825 ± 0,45	4,525 ± 0,23	-1,3	28,7%	p<0.05
	ЭГ	4,975 ± 0,39	4,025 ± 0,22	-0,95	23,6%	
Бег 30 м, сек	КГ	7,625 ± 0,4	7,325 ± 0,22	-0,3	4,09%	p<0.05
	ЭГ	7,475 ± 0,43	7,0 ± 0,25	-0,475	6,7%	
Прыжок в длину с места, см	КГ	102,5 ± 0,23	113,7 ± 0,12	+11,2	9,8%	p<0.05
	ЭГ	98,0 ± 0,15	121,7 ± 0,4	+23,7	19,4%	

Окончание табл. 2

Наклон туловища вперед из положения сидя на полу, см	КГ	11,0 ± 0,54	14,5 ± 0,1	+3,5	24,1%	p<0.05
	ЭГ	7,25 ± 0,42	18,75 ± 0,15	+11,5	61,3%	
Стойка на одной ноге, сек	КГ	42,25 ± 0,3	55,0 ± 0,3	+12,75	23,1%	p<0.05
	ЭГ	54,75 ± 0,23	76,5 ± 0,15	+21,75	28,4%	
Бросок набивного мяча из и.п. сидя на полу, см	КГ	164,75 ± 0,25	181 ± 0,26	+16,25	9,0%	p<0.05
	ЭГ	174,0 ± 0,47	199,25 ± 0,2	+25,25	12,6%	
Отбивания мяча от пола и ловля его, количество раз	КГ	31,5 ± 0,3	44,25 ± 0,11	+12,75	28,8%	p<0.05
	ЭГ	26,25 ± 0,2	49,5 ± 0,17	+23,25	46,9%	

Таблица 3

Показатели уровня физической подготовленности экспериментальной и контрольной группы старшего дошкольного возраста на конец исследования (девочки)

Показатели	Группа	До эксперимента	После эксперимента	Разница показателей	Прирост (%)	Достоверность (P)
Бег 10 м (с хода), сек	КГ	2,86 ± 0,24	2,48 ± 0,2	-0,38	15,3%	p<0.05
	ЭГ	2,68 ± 0,34	2,133 ± 0,1	-0,55	25,78%	
Бег 10 м (между предметами), сек	КГ	5,46 ± 0,1	4,32 ± 0,1	-1,11	25,69%	p<0.05
	ЭГ	5,61 ± 0,19	4,083 ± 0,1	-1,53	37,47%	
Бег 30 м, сек	КГ	7,7 ± 0,15	7,34 ± 0,1	-0,36	4,90%	p<0.05
	ЭГ	7,63 ± 0,18	7,116 ± 0,2	-0,514	7,22%	
Прыжок в длину с места, см	КГ	94,6 ± 0,12	101,8 ± 0,3	+7,2	7,07%	p<0.05
	ЭГ	95,3 ± 0,15	115,16 ± 0,2	+19,86	17,2%	
Наклон туловища вперед из положения сидя на полу, см	КГ	11,8 ± 0,23	16,0 ± 0,3	+4,2	26,25%	p<0.05
	ЭГ	11,3 ± 0,25	19,83 ± 0,2	+8,53	43,01%	
Стойка на одной ноге, сек	КГ	67,0 ± 0,23	64,6 ± 0,2	+2,4	3,715%	p<0.05
	ЭГ	54,83 ± 0,4	88,16 ± 0,2	+33,33	37,8%	
Бросок набивного мяча из и.п. сидя на полу, см	КГ	171,4 ± 0,4	180,6 ± 0,1	+9,2	5,09%	p<0.05
	ЭГ	175,83 ± 0,3	192,66 ± 0,2	+16,83	8,73%	
Отбивания мяча от пола и ловля его, количество раз	КГ	23,2 ± 0,32	29,2 ± 0,2	+6	20,59%	p<0.05
	ЭГ	33,6 ± 0,25	48,5 ± 0,2	+14,9	30,7%	

Полученные после педагогического эксперимента результаты выявили, что у детей в экспериментальной группе, по сравнению с контрольной, произошло значительное увеличение уровня физической подготовленности. Следовательно, наша методика, а также внесенные в нее упражнения положительно влияют на двигательную подготовленность детей старшего дошкольного возраста.

Заключение. В учреждениях дошкольного образования физическое воспитание, как правило, проводится согласно типовой программе, которая представляет собой традиционную форму организации обучения. Однако все чаще применяются разнообразные методы, направленные на оздоровление, воспитание и образование детей с использованием средств физической культуры. В настоящее время физическая подготовленность детей старшего дошкольного возраста является весьма слабой. Исходя из этого, необходим поиск новых педагогических методик, нацеленных на рациональное построение

учебного процесса по физической культуре. Разработанная нами методика повышения степени развития физических качеств детей старшего дошкольного возраста содержит комплексные упражнения, предусматривающие их выполнение в определенной последовательности и направленные на развитие всех физических качеств ребенка. В основу всех упражнений положено применение игрового метода обучения. В каждое учебное занятие по физической культуре внесены подвижные игры, которые позволяют разнообразить занятия и повышать их эмоциональный уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гужаловский, А.А. Физическое воспитание в школе / А.А. Гужаловский. – Магнитогорск: Тесей, 2012. – 147 с.
2. Малозёмова, И.И. Физическое воспитание дошкольников: теоретические и методические основы: учеб. пособие для студентов педагогических вузов / И.И. Малозёмова; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург: [б. и.], 2018. – 94 с.
3. Каранец, Е.М. Диагностика физической подготовленности дошкольников // Е.М. Каранец, Н.Э. Власенко. – Минск, 2019. – 61 с.
4. Теория и методика физической культуры (Физическая культура детей дошкольного и школьного возраста): курс лекций / сост. Н.В. Минина. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – 79 с.
5. Чедов, К.В. Физическая культура. Двигательная активность как основа здорового образа жизни: учеб.-метод. пособие / К.В. Чедов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2022. – 104 с.
6. Учебная программа дошкольного образования для учреждений дошкольного образования с русским языком обучения и воспитания: постановление М-ва образования Респ. Беларусь от 4 авг. 2022 г. № 229 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22238589p&p1=1> (дата обращения: 10.08.2024).

REFERENCES

1. Guzhalovski A.A. *Fizicheskoye vospitaniye v shkole* [Physical Education at School], Magnitogorsk: Tesei, 2012, 147 p.
2. Malozemova I.I. *Fizicheskoye vospitaniye doshkolnikov: teoreticheskiye i metodicheskiye osnovy: ucheb. posobiye dlia studentov pedagogicheskikh vuzov* [Physical Education of Preschool Children: Theoretical and Methodological Bases: Pedagogical Student Textbook], Ekaterinburg: 2018, 94 p.
3. Karanets E.M., Vlasenko N.E. *Diagnostika fizicheskoi podgotovlennosti doshkolnikov* [Diagnostics of Preschool Children Physical Fitness], Minsk, 2019, 61 p.
4. Minina N.V. *Teoriya i metodika fizicheskoi kultury (Fizicheskaya kultura detei doshkolnogo i shkolnoigo vozrasta): kurs lektsi* {Theory and Methods of Physical Education (Physical Education of Preschool and School Children): a Course of Lectures}, Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2018, 79 p.
5. Chedov K.V. *Fizicheskaya kultura. Dvigatel'naya aktivnost kak osnova zdorovogo obraza zhizni: ucheb.-metod. posobiye* [Physical Education. Physical Activity as a Basis of Healthy Lifestyle: Guidelines], Perm, 2022, 104 p.
6. *Uchebnaya programma doshkolnogo obrazovaniya dlia uchrezhdeni doshkolnogo obrazovaniya s russkim yazykom obucheniya i vospitaniya: postanovleniye M-va obrazovaniya Resp. Belarus ot 4 avg. 2022 g. No 229* [Preschool Curriculum for Preschool Establishments with the Russian Language of Instruction: Ministry of Education of the Republic of Belarus Decree of August 4, 2022 No 229]. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22238589p&p1=1> (date of access: 10.08.2024).

Поступила в редакцию 09.09.2024

Адрес для корреспонденции: e-mail: yana.kalnish@mail.ru – Кальниш Я.О.

ЗВЕСТКІ ПРА АЎТАРАЎ

АЛЕКСАНДРОВІЧ Таццяна Аліеўна – старшы выкладчык кафедры матэматыкі ВДУ імя П.М. Машэрава, магістр фізіка-матэматычных навук.

БОБРЫК Міраслава Юзэфэўна – прарэктар па вучэбнай рабоце ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат геаграфічных навук, дацэнт.

ВАШНЕЎСКАЯ Аляксандра Васільеўна – студэнтка II курса факультэта хіміка-біялагічных і геаграфічных навук ВДУ імя П.М. Машэрава.

ВІСЛАБОКАЎ Мікіта Юр’евіч – дацэнт кафедры эканомікі і інфармацыйных тэхналогій Віцебскага філіяла Міжнароднага ўніверсітэта “МІТСО”, кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт.

ВЫСОЦКІ Юрый Іванавіч – старшы навуковы супрацоўнік навукова-даследчага сектара ВДУ імя П.М. Машэрава, магістр біялагічных навук.

ГІЛЬ Таццяна Васільеўна – навуковы супрацоўнік Цэнтральнага батанічнага сада НАН Беларусі.

ДЖУХ Алена Мікалаеўна – дацэнт кафедры прыродазнаўчых і лінгвістычных дысцыплін і методык іх выкладання ГрДУ імя Янкі Купалы, кандыдат педагагічных навук.

ДЗЕМЯНКОВА Наталля Вячаславаўна – старшы выкладчык кафедры агульнай і арганічнай хіміі ВДМУ.

ЖАРНАСЕКАЎ Дзмітрый Данілавіч – прафесар кафедры фундаментальнай і прыкладной біялогіі ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар біялагічных навук, дацэнт.

ІВАНОВА Дыяна Віктараўна – выкладчык кафедры тэорыі і методыкі фізічнай культуры і спартыўнай медыцыны ВДУ імя П.М. Машэрава.

ІГНАТАВЕЦ Вольга Сцяпанаўна – дацэнт кафедры біятэхналогіі Беларускага дзяржаўнага тэхналагічнага ўніверсітэта, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

ІЛЫН Ягор Арцёмавіч – аспірант кафедры педагогікі і адукацыйнага менеджменту, малодшы навуковы супрацоўнік НДС ВДУ імя П.М. Машэрава, магістр псіхалагічных навук.

КАЛЬНІШ Яніна Алегаўна – выкладчык кафедры спартыўна-педагагічных дысцыплін ВДУ імя П.М. Машэрава, магістр (спецыяльнасць “Фізічная культура і спорт”).

КАРАЛЬКОВА Наталля Кірылаўна – загадчык кафедры афтальмологіі і отарыналарынгалогіі ВДМУ, кандыдат медыцынскіх навук, дацэнт.

КАРАУЛАВА Таццяна Барысаўна – загадчык кафедры матэматыкі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат фізіка-матэматычных навук.

КОНЮШКА Таццяна Анатольеўна – старшы выкладчык кафедры агульнай і арганічнай хіміі ВДМУ.

КУНЦЭВІЧ Зінаіда Сцяпанаўна – загадчык кафедры агульнай і арганічнай хіміі ВДМУ, доктар педагагічных навук, дацэнт.

ЛЮБЧАНКА Вольга Анатольеўна – намеснік дэкана па ідэалагічнай і выхаваўчай рабоце факультэта навучання замежных грамадзян ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

ЛВОНЦЬЕЎ Віктар Мікалаевіч – загадчык кафедры біятэхналогіі Беларускага дзяржаўнага тэхналагічнага ўніверсітэта, кандыдат хімічных навук, дацэнт.

МАЛАХ Вольга Мікалаеўна – загадчык кафедры тэорыі і методыкі фізічнай культуры і спартыўнай медыцыны ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

МАРОЗАВА Іна Міхайлаўна – дацэнт кафедры фундаментальнай і прыкладной біялогіі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

МІНАКОВА Лізавета Сяргеёўна – студэнтка I курса факультэта хіміка-біялагічных і геаграфічных навук ВДУ імя П.М. Машэрава.

ПАЛІШКІНА Дар’я Аляксандраўна – студэнт V курса факультэта тэхналогіі арганічных рэчываў Беларускага дзяржаўнага тэхналагічнага ўніверсітэта.

ПАЎЛАВА Кацярына Яўгеніеўна – магістрант кафедры фундаментальнай і прыкладной біялогіі ВДУ імя П.М. Машэрава.

РАКАВА Наталля Андрэеўна – загадчык кафедры педагогікі і адукацыйнага менеджменту ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

СНАПКОВА Алена Іванаўна – загадчык кафедры педагогікі МДУ імя А.А. Куляшова, доктар педагагічных навук, прафесар.

СПЫШНОЎ Алег Мікалаевіч – вядучы тэхнолаг ТАА “Ингрибел”.

СТАРЧАНКА Уладзімір Мікалаевіч – дацэнт кафедры тэорыі і методыкі фізічнай культуры ГДУ імя Францыска Скарыны, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

СУВОРАВА Паліна Аляксандраўна – студэнтка II курса факультэта хіміка-біялагічных і геаграфічных навук ВДУ імя П.М. Машэрава.

ТЫЧЫНА Ірына Мікалаеўна – старшы навуковы супрацоўнік Цэнтральнага батанічнага сада НАН Беларусі.

УСЦІМЕНКА Уладзімір Віктаравіч – дацэнт кафедры матэматыкі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

ФЕСЬКОВА Алена Уладзіміраўна – вядучы навуковы супрацоўнік Беларускага дзяржаўнага тэхналагічнага ўніверсітэта, кандыдат тэхнічных навук, дацэнт.

ХАЛАНСкі Юрый Мікалаевіч – дацэнт кафедры спартыўна-педагагічных дысцыплін ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

ХЛОПЦАВА Марына Віктараўна – старшы выкладчык кафедры спартыўна-педагагічных дысцыплін ВДУ імя П.М. Машэрава, магістр педагагічных навук.

ШЛАПАКОЎ Сяргей Аляксеевіч – дацэнт кафедры прыкладнага і сістэмнага праграмавання ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат фізіка-матэматычных навук, дацэнт.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ALEKSANDROVICH Tatsiana Aliyeuna – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Mathematics, Master of Physics and Mathematics.

BOBRYK Miraslava Yuzefauna – Vice Rector for Academic Affairs of Vitebsk State P.M. Masherov University, PhD (Geography), Assistant Professor.

VASHNEUSKAYA Aliaksandra Vasilieuna – second year student of Vitebsk State P.M. Masherov University Faculty of Chemical-Biological and Geographical Sciences.

VISLABOKAU Mikita Yuryevich – Assistant Professor of Vitebsk Branch of the International University MITSO Department of Economics and Information Technologies, PhD (Physics and Mathematics), Assistant Professor.

VYSOTSKI Yury Ivanovich – Senior Researcher of Vitebsk State P.M. Masherov University Research Center, Master of Biological Sciences.

GIL Tatsiana Vasilyeuna – researcher of Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus.

DZHUKH Alena Mikalayeuna – Assistant Professor of Yanka Kupala State University of Grodno Department of Nature Studies and Linguistic Disciplines and Methods of Their Teaching, PhD (Education).

DZEMIANKOVA Natallia Viachaslavauna – Senior Lecturer of Vitebsk State Medical University Department of General and Organic Chemistry.

ZHARNASEKAU Dzmityr Danilavich – Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Fundamental and Applied Biology, Dr.Sc. (Biology), Assistant Professor.

IVANOVA Diyana Viktarauna – Lecturer of the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport Medicine of Vitebsk State P.M. Masherov University.

IGNATAVETS Volga Stsapanaua – Associate Professor of the Department of Biotechnology of Belarusian State Technological University, Ph.D. (Biology), Associate Professor.

ILYIN Yagor Artsiomavich – Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Education Science and Education Management postgraduate student, master of Psychology.

KALNISH Yanina Alegauna – Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Sport and Pedagogical Disciplines.

KARALKOVA Natallia Kirylauna – Head of Vitebsk State Medical University Department of Ophthalmology and Otolaryngology, PhD (Medicine), Assistant Professor.

KARLAUVA Tatsiana Barysauna – Head of of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Mathematics, PhD (Physics and Mathematics).

KONIUSHKA Tatsiana Anatolyeuna – Senior Lecturer of Vitebsk State Medical University Department of General and Organic Chemistry.

KUNTSEVICH Zinaida Stsiapanaua – Head of Vitebsk State Medical University Department of General and Organic Chemistry, Dr.Sc. (Education), Assistant Professor.

LIUBCHANKA Volga Anatolyeuna – Deputy Dean in Charge of Ideological and Education Work of Vitebsk State P.M. Masherov University Faculty of Foreign Citizen Training, PhD (Education), Assistant Professor.

LIAVONTSYEU Viktor Mikalayevich – Head of the Department of Biotechnology of Belarusian State Technological University, Ph.D. (Chemistry), Associate Professor.

MALAKH Volga Mikalayeuna – Head of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport Medicine, PhD (Biology), Assistant Professor.

MAROZAVA Ina Mikhailauna – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Fundamental and Applied Biology, PhD (Biology), Assistant Professor.

MINAKOVA Lizaveta Siargeyeuna – first year student of Vitebsk State P.M. Masherov University Faculty of Chemical-Biological and Geographical Sciences.

PALISHKINA Darya Aliaksandrauna – student of the Organic Substances Technology Faculty of Belarusian State Technological University.

PAULAVA Ekatsaryna Yaugenyeuna – master of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Fundamental and Applied Biology.

RAKAVA Natallia Andreyeuna – Head of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Education Science and Education Management, PhD (Education), Assistant Professor.

SNAPKOVA Alena Ivanauna – Head of Mogileu State University Department of Education, Dr.Sc. (Education), Professor.

SPYSHNOU Aleh Mikalayevich – Leading Technologist of Ingridel Ltd.

STARCHANKA Uladzimir Mikalavich – Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Physical Education of F. Skaryna State University of Gomel, PhD (Education), Associate Professor.

SUVORAVA Paina Aliaksandrauna – second year student of Vitebsk State P.M. Masherov University Faculty of Chemical-Biological and Geographical Sciences.

TYCHINA Irina Mikalayeuna – senior researcher of Central Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Belarus.

USTSIMENKA Uladzimir Viktaravich – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Mathematics, PhD (Education), Assistant Professor.

FESKOVA Alena Uladzimirauna – Leading researcher of Belarusian State Technological University, Ph.D. (Engineering), Associate Professor.

KHALANSKI Yury Mikalayevich – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Sport and Pedagogical Disciplines, PhD (Education), Assistant Professor.

KHLOPTSAVA Maryna Viktarauna – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Sport and Pedagogical Disciplines, Master of Education.

SHLAPAKOU Siargei Aliakseyevich – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Applied and System Programming, PhD (Physics and Math), Assistant Professor.

ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. “Веснік 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 дазваляць 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 (наука@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 рэцэнзю, 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 – установа адукацыі
“Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”.

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі ў якасці выдаўца,
вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў
№ 1/255 ад 31.03.2014.

Надрукавана на рызографе ўстанова 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.
