



ISSN 2074-8566

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА

2019 № 1 (102)

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць чатыры разы ў год

2019
№ 1(102)

ЗАСНАВАЛЬНІК:

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

Рэдакцыйная калегія:

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

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

Рэдакцыйны савет:

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

Сакратарыят:

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

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

Адрас рэдакцыі:

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33,
пакой 202, т. 58-48-93.

E-mail: nauka@vsu.by

<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 11.03.2019. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.

Ум. друк. арк. 15,11. Ул.-выд. арк. 11,73. Тыраж 190 экз. Заказ 22.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2019

ЗМЕСТ

МАТЕМАТИКА

Гуливатa И.А. Формирование математической компетентности студентов экономических специальностей средствами информационных технологий	5
Гундина М.А. Использование сферических гармоник для исследования радиоизлучений ..	11
Трубников Ю.В., Юргелас В.В. Об условиях представимости полиномов четвертой и шестой степени в виде суперпозиции полиномов второй и третьей степени	17

БІЯЛОГІЯ

Денисова С.И., Соболев З.Н. Количественная оценка индукции трофического поведения олиго- и политрофных чешуекрылых	25
Дорофеев С.А., Шаврова Е.В. Пространственное распределение и структура населения птиц лиственных лесов северо-восточной Беларуси	34
Колмаков П.Ю., Антонова Е.В. Эволюционные всплески в мире растений	43
Лакотко А.А., Литвенкова И.А., Шаматульская Е.В. Карабидокомплексы (Coleoptera, Carabidae) сосновых лесов Лучосской низменности	50
Нижников А.В., Савенок В.Е., Ковалевская Н.А. Оптимизация сжигания древесного топлива для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух	57
Солодовников И.А., Солодовникова С.В. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья и Республики Беларусь. Часть 8	62
Хохлова О.И., Зуева А.О., Мякиникова А.А. Экологическая характеристика комплексов насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорциях голубики обыкновенной (<i>Vaccinium uliginosum</i>) в Белорусском Поозерье	72

ПЕДАГОГІКА

Бочков А.А., Бочкова А.А. Смешанное образование – условие подготовки квалифицированных юристов	78
Галузо И.В., Турковский В.И. Типология образовательных компетенций педагога в предметно-ориентированном онтологическом аспекте	82
Жилинская Т.С. Обучение информационным технологиям иностранных студентов: проблемы и пути их решения	92
Мателенок А.П. Статистическая проверка эффективности учебно-методического комплекса по математике как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов технических специальностей	99
Устищенко В.В., Попп О.А. Обучение школьников методам решения тригонометрических уравнений в контексте укрупнения дидактических единиц	107
Щепеткова Н.В. Перспективные направления развития непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет»	115
Орлова А.П., Туболец С.Г. Этноценностные ориентации будущих специалистов социальной сферы (по результатам изучения курса «Этнопедагогика»)	122

CONTENTS

M A T H E M A T I C S

Gulivata I.O. Shaping Mathematical Competence of Economics Students by Means of Information Technologies	5
Hundzina M.A. Application of Spherical Harmonics in the Research of Radio Emissions	11
Trubnikov Yu.V., Yurgelas V.V. On the Conditions of the Representability of the Fourth and Eighth Degree Polynomials as a Superposition of the Second and the Third Degree Polynomials	17

B I O L O G Y

Denisova S.I., Sobol Z.N. Qualitative Assessment of the Trophy Behavior Induction of Oligotrophic and Polytrophic Lepidoptera	25
Dorofeyev S.A., Shavrova E.V. Spatial Distribution and the Structure of Bird Population in Deciduous Forests of North-Eastern Belarus	34
Kolmakov P.Yu., Antonova E.V. Evolution Splashes in the World of Plants	43
Lakotko A.A., Litvenkova I.A., Shamatulskaya E.V. Carabidocomplexes (Coleoptera, Carabidae) of Pine Forest of the Luchosa Lowland	50
Nizhnikov A.V., Savenok V.E., Kovalevskaya N.A. Optimization of Burning Wood Fuel to Reduce Pollutant Emissions into the Atmospheric Air	57
Solodovnikov I.A., Solodovnikova S.V. New and Rare Species of Beetles (Coleoptera) in Belarusian Lake District (Poozeriye) and in the Republic of Belarus. Part 8	62
Khokhlova O.I., Zueva A.O., Myakinikova A.A. Ecological Characteristics of Insect Complexes (Insecta, Ectognatha) in Consortiums of Blueberry (<i>Vaccinium uliginosum</i>) in the Belarusian Lake District (Poozeriye)	72

P E D A G O G Y

Bochkov A.A., Bochkova A.A. Blended Education as a Condition of Training Qualified Lawyers ...	78
Galuzo I.V., Turkovsky V.I. Typology of Educational Competencies of the Teacher in the Subject Oriented Ontological Aspect	82
Zhylynskaya T.S. Teaching Information Technologies for Foreign Students: Problems and Ways to Solve Them	92
Matelenok A.P. Statistic Check of the Efficiency of Mathematics Academic and Methodological Complex as a Means of Optimization of Technical Students' Individual Activities	99
Ustimenko V.V., Popp O.A. Teaching Pupils the Methods of Trigonometry Equation Solving in the Context of Enlarging Didactic Units	107
Shchepetkova N.V. Promising Directions of the Development of Continuous Pedagogical Education in the System of «College–University»	115
Orlova A.P., Tubolets S.G. Ethnic and Value Orientations of Would-be Social Sphere Specialists (According to the Results of Studying the Course of Ethnic Education)	122



МАТЭМАТЫКА

УДК 004:519.21(045)

Формирование математической компетентности студентов экономических специальностей средствами информационных технологий

И.А. Гуливата

Винницкий торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета (Украина)

Актуальность материала, изложенная в статье, обусловлена использованием эффективных методов визуализации учебного материала с целью формирования математической компетентности студентов экономических специальностей. Предложено методическое сопровождение применения современных информационных технологий в процессе решения задач из теории вероятностей, с использованием демонстрационных компьютерных моделей (ДКМ) как средства визуализации понятий случайных событий и величин.

Цель статьи – разработка методики формирования математической компетентности студентов экономических специальностей, которая базируется на использовании информационных технологий и способствует интеграции математических знаний в будущую профессиональную деятельность.

Материал и методы. Материалом послужили рабочие программы дисциплины «Высшая и прикладная математика» экономических специальностей. Использовались теоретические (системный анализ, сравнение, обобщение данных по проблеме исследования на основе изучения научной психолого-педагогической литературы) и эмпирические (педагогические наблюдения за процессом обучения студентов экономических специальностей) методы.

Результаты и их обсуждение. В работе ДКМ профессионально ориентированных задач, направленных на установление взаимной связи математических и экономических понятий, в целом способствуют пониманию и готовности применения базовых математических понятий и методов теории вероятностей в профессиональной деятельности экономистов. В среде для графического анализа функций предложена ДКМ изучения свойств случайной величины на основе их геометрической интерпретации. С целью демонстрации процессов моделирования случайных событий и величин в динамической среде GeoGebra рекомендована ДКМ проведения и обработки виртуального эксперимента.

Заключение. Формирование математической компетентности студентов экономических специальностей происходит за счет внедрения в учебный процесс научно обоснованного методического сопровождения учебного материала, базирующегося на визуализации математических знаний с учетом взаимной связи математических и экономических понятий.

Ключевые слова: учебный процесс, математическая компетентность, теория вероятностей, демонстрационная компьютерная модель, информационные технологии.

Shaping Mathematical Competence of Economics Students by Means of Information Technologies

I.O. Gulivata

Vinnitsia Institute of Trade and Economics of Kyiv National University of Trade and Economics (Ukraine)

This article presents a current approach to efficient methods of visualization of the academic material which aim at shaping mathematical competence of Economics students. Methodological accompaniment of the application of IT technologies in the process of solving probability theory problems using demonstration computer models (DCM) as a means of visualization of the notions of random variables is offered.

The purpose of the article is to work out methods of shaping mathematical competence of Economics students which are based on IT application and facilitate the integration of mathematical knowledge into would-be professional activity.

Material and methods. *Higher and Applied Mathematics course curricular for Economic Faculty were the research material. The study was conducted through theoretical (system analysis, comparison, generalization of research findings based on the study of scientific psychological and pedagogical literature) and empirical methods (monitoring of the pedagogical process of Economic Faculty).*

Findings and their discussion. *There are a number of professionally relevant tasks among DCM, which are essential in studying both mathematical and economic concepts to establish coherence between mathematical and economic concepts which are a helpful basis for students to develop understanding of mathematical concepts and methods of probability theory in relevance to economics and enables students to apply this acquired knowledge in the future career. In the field of the graph of a function there is a common way to study mathematical functions of a random variable on graph-based representation. The article offers DCM as a method of visualization of the process of modeling events and relative quantity in the interactive application GeoGebra with the use of DCM as the main technique to conduct and process this virtual experiment.*

Conclusion. *Mathematical competence of Economics students would form properly due to the introduction of a science based methodological support for teaching material which is based on the visualization of mathematical knowledge regarding the interrelation between mathematical and economic concepts.*

Key words: *educational process, mathematical competence, probability theory, demonstration computer model (DCM), information technologies.*

Современное образование рассматривается во всем мире как важный фактор становления и развития личности, как неотъемлемая часть формирования социокультурной среды. Изменения в науке, технике и производстве выдвигают новые требования к математической подготовке компетентного, конкурентоспособного специалиста во всех сферах жизнедеятельности человека. Усиление роли математики в нынешнем мире, признание ее в системе экономического образования как неотъемлемой составляющей профессиональной подготовки должны найти отражение в системе образования в целом. В связи с этим эффективная деятельность экономиста предусматривает повышение уровня математической подготовки, которая развивает мышление и позволяет использовать математические методы для решения экономических задач.

Эта задача современной высшей школы актуализирует проблему формирования математической компетентности студентов экономических специальностей, их готовности к профессиональной деятельности.

Решение вышеупомянутой проблемы заставляет вести поиск не только в направлении разработки принципиально нового научного сопровождения учебного процесса, но и переосмысливать прошлый опыт и адаптировать его в новых исторических условиях, направленных на использование ИТ с целью качественного наполнения информационного пространства, которое соответствует сущности, объему, содержанию, скорости восприятия информации.

Проблемам формирования математической компетентности студентов экономических специальностей посвящены работы многих ученых: Я.А. Барлуковой, Е.Ю. Беляниной, Л.И. Зайцевой, Д.А. Картежникова, Н.М. Кораблевой, М.Е. Маньшина, С.А. Ракова и др. Они определяют математическую компетентность студентов экономических специальностей как обязательный элемент их общей и профессиональной культуры, как составляющую профессиональной компетентности.

Для развития математической компетентности студентов экономических специальностей предложены различные подходы: на основе прикладных задач экономического направления [1],

технологический [2], на основе визуальной среды [3], с использованием компьютерных технологий [4–7]. Приведенные исследования свидетельствуют о том, что профессионально ориентированный подход с применением информационных технологий (ИТ) в обучении математике студентов экономических специальностей признается наиболее эффективным.

Существующие исследования не исчерпывают всей полноты многогранной проблемы формирования математической компетентности будущих экономистов и требуют усовершенствования форм, методов, приемов и средств обучения, направленных на реализацию в учебно-воспитательном процессе принципов доступности, последовательности, наглядности и т.п.

Цель статьи – разработка методики формирования математической компетентности студентов экономических специальностей, которая базируется на использовании демонстрационных компьютерных моделей изучаемых объектов и способствует интеграции математических знаний в будущую профессиональную деятельность.

Материал и методы. Материалом послужили рабочие программы изучения дисциплины «Высшая и прикладная математика» экономических специальностей, учебно-методические материалы по профессионально ориентированному обучению математике. Использовались теоретические (системный анализ, сравнение, обобщение данных по проблеме исследования на основе изучения научной психолого-педагогической литературы) и эмпирические (педагогические наблюдения за процессом обучения студентов экономических специальностей) методы.

Результаты и их обсуждение. Сегодня теория вероятностей является составной частью дисциплины «Высшая и прикладная математика» и играет важную роль в базовом экономическом образовании, поскольку теория и практика экономической сферы все чаще основывается на математических методах, а экономические процессы моделируются и исследуются с помощью вероятностных методов.

Предложим методическое сопровождение использования современных ИТ при решении задач по теории вероятностей, с использованием демонстрационных компьютерных моделей как средства визуализации понятий случайных событий и величин.

Среди разнообразия программных средств, предназначенных для применения при обучении математике, как с целью научно обоснованного методического сопровождения учебного материала, так и с целью автоматизации расчетов, выделим табличный процессор MS Excel, педагогическое программное средство GRAN 1 и среду GeoGebra. Их выбор обусловлен доступностью и простотой в использовании, возможностью решения большинства задач курса «Теория вероятностей». Однако преподаватель и студент могут выбрать любую другую, удобную для себя, технологию.

Предложим способ автоматизации расчетов задачи экономического направления по курсу теории вероятностей на примере ДКМ, созданной средствами MS Excel, решение которой представлено в [7, с. 275].

Заметим, что решение именно профессионально ориентированных задач будет способствовать пониманию и готовности применения базовых понятий и методов теории вероятностей в будущей профессиональной деятельности. Установление же взаимной связи математических и экономических понятий (ожидаемая норма прибыли – математическое ожидание, вариация норм прибыли – дисперсия) является основой математической компетентности современного специалиста по экономике.

Задача 1. На финансовом рынке представлены акции трех видов. Норма прибыли акций зависит от рыночной конъюнктуры (%). Проанализировать ситуацию и выбрать тип акции, наиболее привлекательной для инвестора с точки зрения степени ее риска. За величину риска принять коэффициент вариации [8, с. 275].

Виды проектов	Оценка возможного результата					
	Пессимистическая		Сдержанная		Оптимистическая	
	Прибыль X_{1i}	Вероятность P_{1i}	Прибыль X_{2i}	Вероятность P_{2i}	Прибыль X_{3i}	Вероятность P_{3i}
A	59	0,25	29	0,53	19	0,22
B	49	0,3	39	0,45	29	0,25
C	39	0,27	19	0,5	19	0,23

Определим средства MS Excel для создания ДКМ (рис. 1). Для вычисления математического ожидания можно применить функцию **СУММПРОИЗВ** (массив 1, массив 2, ...), которая позволит найти сумму произведений значений случайной величины и соответствующих вероятностей. Для вычисления среднего квадратического отклонения используют функцию **КОРЕНЬ** (число), которая возвращает значение квадратного корня от заданного числа. В модели для удобства применения формулы представлены в примечаниях. Такая компьютерная модель задачи позволит при необходимости изменить входные данные и получить новый результат без повторных длительных расчетов.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	A																
2	x_i	59	29	19	$M(X_A) =$	34,3	=СУММПРОИЗВ(B2:D2;B3:D3)			$V(X_A) =$	218,9	=B2^2*B3+C2^2*C3+D2^2*D3-F2^2				$\sigma(X_A) =$	14,8
3	p_i	0,25	0,53	0,22													
4	B																
5	x_i	49	39	29	$M(X_B) =$	39,5	=СУММПРОИЗВ(B5:D5;B6:D6)			$V(X_B) =$	54,75	=B5^2*B6+C5^2*C6+D5^2*D6-F5^2				$\sigma(X_B) =$	7,399
6	p_i	0,3	0,45	0,25													
7	C																
8	x_i	39	29	19	$M(X_C) =$	29,4	=СУММПРОИЗВ(B8:D8;B9:D9)			$V(X_C) =$	49,84	=B8^2*B9+C8^2*C9+D8^2*D9-F8^2				$\sigma(X_C) =$	7,06
9	p_i	0,27	0,5	0,23													
10							=Q2/F2										
11					$CV(X_A) =$	0,431				$CV(X_B) =$	0,187					$CV(X_C) =$	0,24

Рис. 1. ДКМ задачи 1 средствами MS Excel

Известно, что процесс обучения нахождению случайных величин целесообразно сопровождать значительным количеством иллюстративного графического материала. Аналогия между аналитическим свойством случайной величины и ее геометрической сущностью дает возможность продемонстрировать графическое отображение математического факта и способствует формированию устойчивых математических понятий.

Графики являются эффективной формой отображения данных как для целостного представления изучаемого понятия, так и о его составляющих. Зрительный образ, который отражает графически геометрическую сущность понятия, позволяет определить зависимости и закономерности, чем подкрепляет математические знания.

Для изучения свойств функций распределения и плотности случайной величины с применением графического метода воспользуемся геометрической интерпретацией свойств случайной величины. Реализовать предложенный подход позволяет педагогическое программное средство GRAN 1. Опишем кратко методические приемы, которые можно применить, используя эту программу.

Задача 2. Построить графики плотности распределения случайной величины, распределенной по нормальному закону. Исследовать, как изменится вид кривой в зависимости от ее параметров. Доказать, что случайная величина примет значение из интервала $(-\infty; \infty)$ с вероятностью 1.

Указание. С помощью GRAN 1 легко исследовать влияние параметров распределения μ и σ на вид графика плотности. Для этого достаточно построить графики функции плотности с различными значениями данных параметров, которые будут демонстрировать, что с увеличением среднего квадратического отклонения максимальная ордината нормальной кривой уменьшается, в то же время кривая приближается к оси Ox . Если средствами программы создать модель с переменным параметром в формуле плотности вместо μ , то видно, что изменение величины параметра μ не влияет на форму нормальной кривой, а только приводит к ее смещению вдоль оси Ox . Чтобы убедиться в том, что случайная величина примет значение из интервала $(-\infty; \infty)$ с вероятностью 1, нужно найти площадь криволинейной трапеции, ограниченной осью Ox и кривой распределения. Следует подчеркнуть, что площади криволинейных трапеций, ограниченных нормальной кривой и осью Ox для произвольных значений параметров μ и σ , остаются равными единице, что легко проверить, выполнив операцию интегрирования.

Одним из мощных средств моделирования процессов со случайными событиями и величинами путем проведения виртуального эксперимента и его обработки является среда GeoGebra, выполне-

ние задач в которой способствует расширению круга учебных задач, в том числе исследовательского характера. Инструментарий программы позволяет выполнять динамические геометрические построения как в пространстве, так и на плоскости, осуществлять анализ статистических данных, проводить виртуальный эксперимент. Именно это лежит в основе идеи визуализации экспериментальных испытаний со случайными событиями, ярко демонстрируется на задачах, где используется геометрическое и статистическое определение вероятности [1, с. 94].

Задача 3. *Наугад взяты два положительных числа x и y , каждое из которых не превышает единицы. Найти вероятность того, что их сумма будет не больше единицы, а произведение – не менее чем 0,09 [8, с. 59].*

С целью визуализации геометрического определения вероятности события средствами GeoGebra построим графики функций и вычислим площадь фигуры, ограниченной ими, используя функцию **ИнтегралМежду** (<Функция>, <Функция>, <Начальное значение x >, <Конечное значение x >) (рис. 2). Числовое значение площади фигуры и будет определять вероятность искомого события, поскольку площадь области допустимых значений (фигура EFAD) равна единице. Средства программы позволяют обеспечить демонстрацию хода решения задачи, выделить исследуемые объекты, скрыть и показать отдельные элементы рисунка. Для реализации статистического определения вероятности события средствами GeoGebra применяем инструмент программы **Ползунок**, который помогает создать переменный параметр. С его помощью можно осуществить выбор значений случайной точки с координатами (x, y) , отметив условия отображения, при которых событие произойдет, в свойствах этой точки. Для визуализации эксперимента используют прием анимации переменных параметров [9].

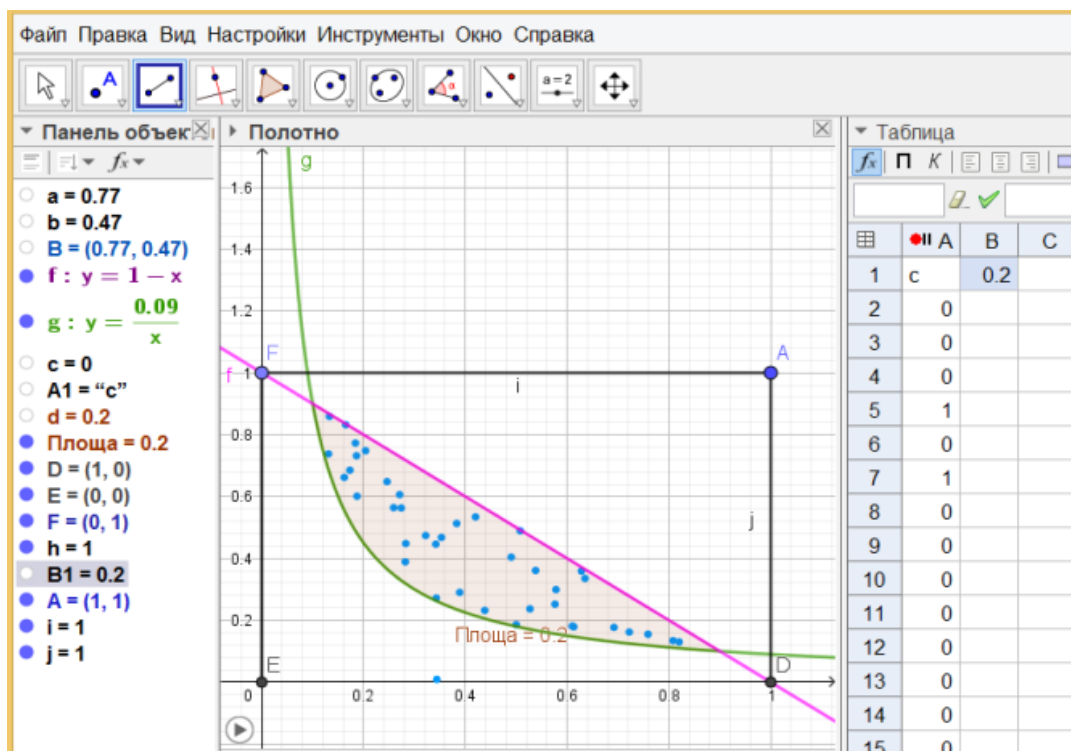


Рис. 2. Реализация геометрического и статистического определения вероятности события средствами GeoGebra

Обработка эксперимента происходит в таблице с применением формулы **Среднее арифметическое**, которая находится на панели окна **Таблица**. Экспериментально легко проверить, что точность результата зависит от количества экспериментов: чем больше испытаний, тем меньше отклонения. Если провести 300 экспериментов, то получим относительную частоту значений 0,2. Полученные результаты вычисления вероятности события по геометрическому и статистическому определению совпадают.

Заключение. Формирование математической компетентности студентов экономических специальностей происходит за счет внедрения в учебный процесс научно обоснованного методического сопровождения учебного материала, базирующегося на использовании информационных технологий. В его основу положена визуализация математических знаний с учетом взаимной связи математических и экономических понятий, что эффективно влияет на готовность интеграции математических знаний в профессиональную деятельность будущего специалиста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кораблева, Н.М. Прикладные задачи по математике как одно из средств формирования профессиональной компетентности будущих экономистов / Н.М. Кораблева // Современные научные исследования и инновации. – 2006. – № 11. – С. 15.
2. Белянина, Е.Ю. Технологический подход к развитию математической компетентности студентов экономических специальностей: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е.Ю. Белянина. – Омск, 2007. – 22 с.
3. Картежников, Д.А. Визуальная учебная среда как условие развития математической компетентности студентов экономических специальностей: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Д.А. Картежников. – Омск, 2007. – 23 с.
4. Бондар, М.В. Педагогічні умови розвитку інтелектуальної культури майбутніх економістів-кібернетиків // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. – Київ–Вінниця: ТОВ Планер, 2014. – Вип. 39. – С. 157–162.
5. Габитова, Э.Г. Формирование математической компетентности студентов экономических специальностей с использованием компьютерных технологий: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Э.Г. Габитова. – Махачкала, 2012. – 23 с.
6. Гулівата, І.О. Використання інформаційних технологій в процесі навчання математики / І.О. Гулівата // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова: зб. наук. пр. Сер., Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – Київ: НПУ, 2015. – Вип. 16(23). – С. 44–49.
7. Гусак, Л.П. Вивчення вищої математики в умовах компетентнісного підходу в освіті // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Сер., Педагогіка. Соціальна робота. – 2014. – № 34. – С. 71–73.
8. Кармельюк, Г.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач: навч. посібник / Г.І. Кармельюк. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576 с.
9. Семеніхіна, О.В. Візуалізація експериментальних випробувань на основі випадкових подій у середовищі GeoGebra 5.0 / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Сер., Фізика і математика у вищій і середній школі: зб. наук. пр. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. – Вип. 14. – С. 94–103.

REFERENCES

1. Korableva N.M. Prikladnye zadachi po matematike kak jedno iz sredstv formirovaniya professionalnoi kompetentnosti budushchikh ekonomistov [Situational Mathematics Problems as a Means for Forming Professional Competencies of Would-be Economists], 2006, 11, 15 p.
2. Belyanina E.Yu. Tekhnologicheski podkhod k razvitiyu matematicheskoi kompetentnosti studentov ekonomicheskikh spetsialnostei: avtoref. dis. na soiskaniye nauch. stepeni kand. ped. nauk [Technological Approach to the Development of Mathematical Competence of Economics Students: PhD (Education) Dissertation Abstract], Omsk, 2007, 22 p.
3. Kartezhnikov D.A. Vizualnaya uchebnaya sreda kak usloviye razvitiya matematicheskoi kompetentnosti studentov ekonomicheskikh spetsialnostei: avtoref. dis. na soiskaniye nauch. stepeni kand. ped. nauk [Visual Teaching Environment as a Condition for the Development of Mathematical Competence of Economics Students: PhD (Education) Dissertation Abstract], Omsk, 2007, 23 p.
4. Bondar M.V. Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiya, teoriya, dosvid, problemy: zb. nauk. pr., vyp. 39 [Contemporary Information Technologies and Innovations of the Methods of Teaching and Training Specialists: Methodology, Theory, Practice, Issues], Kyiv–Vinnytsia: TOV Planer, 2014, pp. 157–162.
5. Habytova E.G. Formirovaniye matematicheskoi kompetentnosti studentov ekonomicheskikh spetsialnostei s ispolzovaniyem kompyuternykh tekhnologii: avtoref. dis. na soiskaniye nauch. stepeni kand. ped. nauk [Shaping Mathematical Competence of Economics Students Using Computer Technologies: PhD (Education) Dissertation Abstract], Makhachkala, 2012, 23 p.
6. Gulivata I.O. Naukovyi chasopys Natsionalnogo pedagogichnogo universitetu imeni M.P. Dragomanova: zb. nauk. pr. Seriya Kompyuterno-oriyentovani systemy navchannia [Scientific Journal of the National Pedagogical M.P. Dragomanov University. Computer Oriented Teaching Systems], Kyiv: NPU, 2015, 16(23), pp. 44–49.
7. Gusak L.P. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnogo universitetu. Seriya Pedagogika. Sotsialna robota [Scientific Journal of Uzhgorod National University. Education. Social Work], 2014, 34, pp. 71–73.
8. Karmelyuk G.I. Teoriya yimovirnostei ta matematichna statistika. Posibnik s rozv'iazuvannia zadach: navch. posibnik [Probability Theory and Mathematical Statistics. Textbook], K.: Tsentr uchbovoi literatury, 2007, 576 p.
9. Semenikhina O.V., Drushliak M.H. Naukovyi chasopys Natsionalnogo pedagogichnogo universitetu imeni M.P. Dragomanova, Seriya 3. Fizyka i matematika u vyshchii i serednii shkoli [Scientific Journal of the National Pedagogical M.P. Dragomanov University, Physics and Mathematics in Higher and Secondary Schools], 2014, 14, pp. 94–103.

Поступила в редакцию 14.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: innagulivata@gmail.com – Гулівата І.А.

УДК 519

Использование сферических гармоник для исследования радиоизлучений

М.А. Гундина

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается математическое моделирование сферической поверхности радиоизлучения Солнца, фиксируемого на поверхности Земли. Обработка астрономических данных осуществляется с помощью сферических гармоник.

Цель работы – создание методики нахождения значения уровня радиоизлучения в промежуточных точках между станциями, значения в которых известны.

Материал и методы. *Материалы исследования обработаны с помощью сферических вейвлетов для построения аппроксимирующей поверхности уровня радиоизлучения. Описан метод, позволяющий раскладывать сигнал по сферическим гармоникам.*

Результаты и их обсуждение. *Анализируется особенность геометрии источника и приемника, которые имеют форму, аппроксимируемую сферой. Приведен эффективный алгоритм, позволяющий раскладывать исходный сигнал на составляющие, учитывается условие, что составляющие сохраняют свойства исходного сигнала.*

Заключение. *Описана взаимосвязь между представлением функции на поверхности и представлением ее на касательной плоскости. Рассмотрены действие оператора стереографической проекции и его использование для организации разложения по сферическим гармоникам.*

Ключевые слова: *сферические гармоники, анализ радиоизлучения, обработка астрономических данных, восстановление сигнала, обработка сигнала, разложение функции на составляющие.*

Application of Spherical Harmonics in the Research of Radio Emissions

M.A. Hundzina

The Belarusian National Technical University

The mathematical modeling of the spherical surface of the radio emissions of the Sun, fixed on the Earth's surface, is considered. Processing of astronomical data is carried out using spherical harmonics.

The purpose of this research is creating a method of finding the radio emission level at intermediate points between the stations, whose values are known.

Material and methods. *The corresponding coefficients of the spherical harmonics are calculated, the procedure for reconstructing the signal from them is described. Research materials are processed using spherical wavelets to construct an approximating surface of the radio emission levels.*

Finding and their discussion. *A feature of the geometry of the source and the receiver, having a shape approximated by the sphere, is analyzed. An effective algorithm, that allows decompose the initial signal into components, is given. The condition, that the components preserve the properties of the signal, is taken into account.*

Conclusion. *A relationship between the representation of a function on a surface and its representation on the tangent plane is described. The action of the stereographic projection operator and its use for the organization of expansion in spherical harmonics is considered.*

Key words: *spherical harmonics, radio emission analysis, astronomical data processing, signal reconstruction, signal processing, decomposition of the function into components.*

В литературе, посвященной изучению обработки сигналов, акцент ставится на разработку эффективных алгоритмов, которые позволяют раскладывать сигнал на простые составляющие. При решении прикладных задач нередко приходится интегрировать данные, а это не всегда возможно, когда речь о работе со сложным сигналом. Не каждую функцию можно выразить в виде суммы элементарных функций, что влечет за собой сопутствующие трудности. Один из подходов к решению проблемы – это предварительное разложение исходного сигнала на более простые составляющие при условии, что

они сохраняют свойства исходного сигнала, тогда затем возникает возможность для последующего интегрирования полученного разложения.

Существует класс функций, способных к масштабированию и сдвигу по переменным. В их основе находятся специальные базовые функции, задающие общий вид и форму составляющих, которые удовлетворяют ряду специфических условий.

На практике удобно представлять рассматриваемый сигнал с помощью составляющих, содержащих разные частоты, каждой из которых соответствует свой масштаб.

Достоинствами данного подхода являются локализация и получение достаточного количества информации о сигнале по сравнению, например, с разложением по стандартным тригонометрическим функциям.

Обозначенный подход нашел широкое применение в комплексном анализе сейсмических сигналов в работах А. Гроссмана, Ж. Морле [1], А. Хаара [2], И. Мейера [3], И. Добеши [4].

В отличие от традиционно применяемого для анализа сигналов преобразования Фурье частотно-временное преобразование обеспечивает двумерную развертку исследуемого одномерного сигнала. В результате появляется возможность проводить анализ свойств сигнала. Такой анализ предусматривает рассмотрение разложения в физическом и частотном пространствах.

В настоящее время подобный подход широко применяется в задачах компьютерного распознавания образов; при обработке и синтезе сигналов различной природы (речевые сигналы, изображения медицинского назначения, спутниковые снимки, снимки, сделанные микроскопами) [5].

Выделяют класс задач, входные данные которых измеряются и определяются не на евклидовом пространстве, а на сфере. К данным, определенным на сфере, можно отнести астрофизические наблюдения, геофизические данные и др. В космологии разложения по частоте и координате используются в таких задачах, как анализ пространственного распределения галактик; построение оптимальных фильтров для изображений, представленных на сфере; определение топологии Вселенной.

Построению теории сферических гармоник, а также их практическому применению посвящено множество работ П. Шрёдера и В. Свелденса [6], Дж.Д. Мак Ивена [7–10], П. Вандерхейнста [11].

Цель работы – создание методики нахождения значения уровня радиоизлучения в промежуточных точках между станциями, значения в которых известны.

Материал и методы. Материалы исследования обработаны с помощью сферических вейвлетов для построения аппроксимирующей поверхности уровня радиоизлучения. Описан метод, позволяющий раскладывать сигнал по сферическим гармоникам.

Частотно-временное разложение сигнала. При разложении сигнала на составляющие возникает вопрос обеспечения покрытия всей вещественной оси (области существования сигнала).

Вводится на всей числовой прямой сдвиг функции. Целочисленный сдвиг будет определяться как функция $\psi(x - k)$, $k \in \mathbb{Z}$, где ψ является базовой функцией, по которой осуществляется разложение.

При рассмотрении таких волн различных частот, в случае частотного разбиения по целым степеням двойки, получаем сдвиг $\psi(2^j x - k)$, $j, k \in \mathbb{Z}$ (двоичное растяжение в 2^j раз) и двухпараметрический сдвиг (на $k/2$).

Заметим, что выполняется условие (1):

$$\psi_{j,k}(x) = 2^{\frac{j}{2}} \psi(2^j x - k), k, j \in \mathbb{Z}. \quad (1)$$

Исходный сигнал может быть представлен следующим образом:

$$f(x) = \sum_{j,k=-\infty}^{\infty} c_{j,k} \psi_{j,k}(x). \quad (2)$$

Роль базовых гармоник могут выполнять функции, представляющие собой импульсы со скачками уровня, синусоиды и т.п. Это обеспечивает разнообразную реализацию сигналов (с разрывами и локальными скачками), появляется большой выбор наиболее подходящих гармоник исходя из постановки решаемой задачи.

Особенности полученных разложений: они представлены в форме локализованных во времени (или (и) в пространстве) коротких волновых функций с нулевым значением интеграла; они имеют возможность сдвига по временной оси; способны к изменению масштаба.

При решении практических задач коэффициенты разложения могут оказаться настолько малыми, что их можно отбросить. Возникает возможность существенного сокращения объема обрабатываемой информации, избавления от шума в изображении, его сжатия.

При обработке черно-белого изображения те пиксели, чья насыщенность крайне близка, объединим в группы и окрасим в средний для них цвет, а разность яркости между ними сохраним в памяти как детализующие коэффициенты. Таким образом, получим сжатое изображение и разности яркости пикселей, с помощью которых возможно восстановить первоначальную картину. На этом принципе и основана работа аппарата вейвлет-преобразования при обработке изображений.

Особенности применения вейвлета Хаара. Для того чтобы наглядно рассмотреть пример вейвлет-преобразования, воспользуемся одним из самых простых вейвлетов – Хаара (рис. 1).

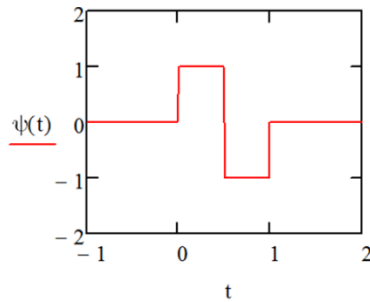


Рис. 1. График вейвлета Хаара

Построим график исходного сигнала $f(t) = \sin(t) + \sin(3t)$ (рис. 2).

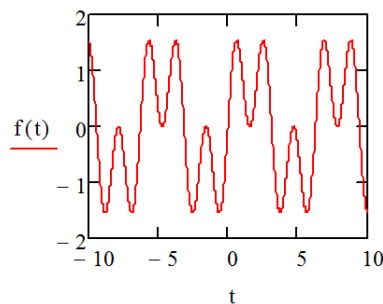


Рис. 2. Исходный сигнал

Коэффициенты разложения можно найти следующим образом:

$$c(j, k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \overline{\psi(j, k, t)} dt, \quad (3)$$

$$c(1, 1) = 0,096, c(1, 2) = 0,18, c(1, 3) = -0,114. \quad (4)$$

Тогда разложение (2) примет вид

$$f(x) = \sum_{j,k=-2}^1 c_{j,k} \psi_{j,k}(x). \quad (5)$$

График разложения представлен на рис. 3.

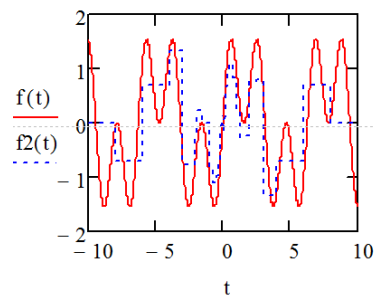


Рис. 3. Результат разложения

При решении практических задач коэффициенты вейвлет-представления зачастую существенно меньше, чем в приведенном выше примере. Иногда они оказываются настолько малыми, что их можно отбросить. Появляется возможность значительного сокращения объема информации о сигнале, его сжатии и очистке от шумов. Сейчас существует множество более сложных вейвлетов, чем вейвлет Хаара. Пользователь имеет доступ к широкому полю различных базисных функций как для точного, так и приближенного представления любых сигналов.

Геометрия сферы. Введем в рассмотрение эйлеровы углы α, β, γ , где γ – угол собственного вращения, β – угол нутации, α – угол прецессии.

Стереографическая проекция широко применяется в астрономии для проектирования земной поверхности на плоскость. Важным при этом является введение двух базовых координат – широты и долготы [12].

Принцип соответствия между сферическими и евклидовыми гармониками был подробно описан в работе Вьё, Жака и Вандерхейнста [11]. Этот принцип связывает понятия плоских евклидовых всплесков со сферическими гармониками через стереографическую проекцию.

Используя стереографическое проектирование, определим аффинные преобразования, которые способствуют построению гармоник на единичной сфере. Сферическое разложение по таким функциям может быть определено как проектирование на базис, где сферические всплески должны удовлетворять соответствующему критерию допустимости, чтобы гарантировать восстановление сигнала.

Единичная сфера, на которой найдены сферические гармоники, имеет начало отсчета ортогональной декартовой системы координат в точке (O, O_x, O_y, O_z) в трехмерном пространстве со сферическими координатами (r, θ, ϕ) . Предположим, что плоскость, на которой определены евклидовы гармоники, параллельна плоскости O_{xy} и проходит через северный полюс z_0 .

Пусть плоскость касается сферы в северном полюсе $z_0 = 1$. Возникает необходимость в построении непрерывной дифференцируемой биекции между S^2 и R^2 .

Пусть ϕ – долгота, θ – широта, Π – оператор стереографической проекции, Π^{-1} – обратный оператор стереографической проекции. Произвольная точка на единичной сфере однозначно определяется координатами (θ, ϕ) , где $\theta \in [0, 2\pi]$, $\phi \in [0, 2\pi]$. Тогда соответствующая точка на касательной плоскости представляется координатами (r, ϕ) .

Известно, что стереографическая проекция определяется проектированием точки единичной сферы в точку плоскости, касающейся сферы в северном полюсе, вдоль луча, исходящего из южного полюса.

Оператор проектирования примет вид

$$\Pi: \omega \rightarrow x = \Pi\omega = (r(\theta), \phi), \quad (6)$$

где первая координата точки выглядит следующим образом: $r(\theta) = 2 \tan(\theta/2)$, $\omega = (\theta, \phi) \in S^2$, $x \in R^2$ – точка на плоскости, определяемая координатами (r, ϕ) .

Существует также обратный оператор Π^{-1} , принцип действия описан в формуле (7):

$$\Pi^{-1}x = (\theta(r), \phi), \quad (7)$$

где угол $\theta(r) = 2 \arctg(r/2)$.

Растяжение аффинных преобразований на сфере вводится на основе стереографической проекции и задается на сфере. Естественное растяжение евклидовых преобразований на единичной сфере – это вращение. Оператор растяжения принимает вид

$$(\omega) \rightarrow f(\rho^{-1}\omega), \quad \rho \in SO(3), \quad (8)$$

где $SO(3)$ – группа растяжений, определяемая эйлеровыми углами.

Растяжение на единичной сфере строим, используя следующую последовательность действий: рассматриваем стереографическую проекцию, далее на плоскости применяем стандартное евклидово растяжение, а затем возвращаемся к сфере по формуле (7).

Сферические гармоники. Рассматривается пространство интегрируемых функций на единичной сфере $L^2(S^2, d\Omega)$ с мерой:

$$d\Omega = \sin \theta d\theta d\phi. \quad (9)$$

Построим разложение функции $f \in L^2(S^2, d\Omega)$ по сферическим гармоникам:

$$f(\omega) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l a_{lm} Y_{lm}(\omega), \quad (10)$$

где $Y_{lm}(\omega)$ – сферические гармонические функции, $l \in \mathbb{N}$, $m \in \mathbb{Z}$, $|m| \leq l$ из ортогонального базиса пространства $L^2(S^2, d\Omega)$ на S^2 . Сферические гармоники определяются формулой

$$Y_{lm}(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{2l+1}{4\pi} \frac{(l-m)!}{(l+m)!}} P_l^m(\cos\theta) e^{im\varphi}, \quad (11)$$

где P_l^m – многочлены Лежандра, записанные в следующей форме:

$$P_l^m(x) = (-1)^m \frac{1}{2^l l!} (1-x^2)^{m/2} \frac{d^{l+m}}{dx^{l+m}} (x^2-1)^l. \quad (12)$$

Тогда сферические гармоники принимают вид

$$Y_{lm}(\theta, \varphi) = \vartheta_{lm}(\theta) \varphi_m(\varphi), \quad -l \leq m \leq l, \quad (13)$$

где множители при гармониках могут быть представлены функциями:

$$\vartheta_{lm}(\theta) = \left(\frac{(2l+1)(l-m)!}{2(l+m)!} \right)^{1/2} P_l^m(\cos\theta), \quad (14)$$

$$\varphi_m(\varphi) = (2\pi)^{-1/2} e^{im\varphi}. \quad (15)$$

В данной задаче базовая функция разложения определяется как локализованная функция на единичной сфере, для которой могут быть применимы аффинные преобразования (перенос, вращение, растяжение). Условие допустимости для такой функции требует точного восстановления сигнала по его гармоническим коэффициентам.

Построение поверхности распределения значений уровня радиоизлучения Солнца. Построим математическую модель распределения потока радиоизлучения Солнца, фиксируемого на поверхности Земли, используя разложение по сферическим гармоникам. Целью данного исследования является построение поверхности распределения значений радиоизлучения Солнца, определение уровня радиоизлучения в промежуточных точках, расположенных между обсерваториями, координаты которых заданы изначально.

Алгоритм построения поверхности уровня радиоизлучения состоит из следующих шагов:

1. Представление исходных данных в виде массива (долгота, широта, уровень радиоизлучения (МГц)).
2. Построение сферических гармоник, соответствующих расположению обсерваторий.
3. Построение аппроксимирующей поверхности на основе вычисленных коэффициентов.

Для данной задачи использовались результаты фиксации радиоизлучений, полученные лабораториями и станциями, имеющими координаты: Гавана (-822.75, 2300.8), Уссурийск (4349, 13158), Торунь (1833.28, 5305.8), Троицк (3734.25, 5545.3), Нижний Новгород (4359, 5615.5), Санкт-Петербург (3019.64, 5946.3).

Результат построения стереографической проекции полученной поверхности распределения радиоизлучения представлен на рис. 4.

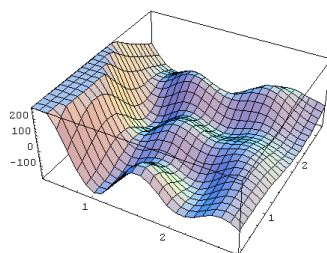


Рис. 4. Стереографическая проекция поверхности радиоизлучения

Заключение. Для определения сферических гармоник описана связь геометрии евклидова пространства и геометрии на сфере. Реализован алгоритм разложения сигнала по сферическим гармоникам для описания астрономических данных. Такой подход впервые применяется для исследования потока радиоизлучения Солнца, фиксируемого на поверхности Земли.

Были вычислены коэффициенты, и по ним восстановлен исходный сигнал, что позволило учесть особенности геометрии источника излучения и приемника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grossman, A. Decomposition of functions into wavelets of constant shape, and related transforms / A. Grossman, J. Morlet // *Lectures on Recent Results*. – 1985. – Vol. 1. – P. 135–165.
2. Haar, A. Zur Theorie der orthogonalen Funktionssysteme / A. Haar // *Math. Ann.* – 1910. – Vol. 69. – P. 331.
3. Meyer, Y. Wavelets: Algorithms and applications / Y. Meyer // *S.I.A.M.* – 1993. – Vol. 36. – P. 526–528.
4. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам / И. Добеши. – М.: R\&C Dynamics, 2004. – 463 с.
5. Чуи, К. Введение в вейвлеты / К. Чуи. – М.: Мир, 2001. – 412 с.
6. Schröder, P. Spherical wavelets: Efficiently representing functions on the sphere / P. Schröder, W. Sweldens // *Siggraph*. – 1995. – P. 161–172.
7. McEwen, J.D. A high-significance detection of non-Gaussianity in the WMAP 1-year data using directional spherical wavelets / J.D. McEwen, M.P. Hobson, D.J. Mortlock, A.N. Lasenby // *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.* – 2005. – Vol. 359. – P. 1583–1596.
8. McEwen, J.D. A directional continuous wavelet transform on sphere / J.D. McEwen, M.P. Hobson, D.J. Mortlock, A.N. Lasenby // *IEEE Trans. Sig. Proc.* – 2006. – P. 1–7.
9. McEwen, J.D. Cosmological applications of a wavelet analysis on the sphere / J.D. McEwen, P. Vielva, Y. Wiaux, M.P. Hobson, R.B. Barreiro, L. Cayón, M.P. Hobson, A.N. Lasenby, E. Martínez-González, J.L. Sanz // *Journal of Fourier Analysis and Applications*. – 2007. – Vol. 13, no. 4. – P. 495–510.
10. McEwen, J.D. Fast directional continuous spherical wavelet transform algorithms / J.D. McEwen, M.P. Hobson, D.J. Mortlock, A.N. Lasenby // *IEEE Trans. Sig. Proc.* 2007. – Vol. 55, no. 2. – P. 520–529.
11. Wiaux, Y. Correspondence principle between spherical and Euclidean wavelets / Y. Wiaux, L. Jacques, P. Vanderghenst // *Astrophys. J.* – 2005. – Vol. 632, no. 1. – P. 15–28.
12. Розенфельд, Б.А. Стереорафическая проекция / Б.А. Розенфельд, Н.Д. Сергеева. – М.: Наука, 1973. – 48 с.

REFERENCES

1. Grossman, A. Decomposition of functions into wavelets of constant shape, and related transforms / A. Grossman, J. Morlet // *Lectures on Recent Results*. – 1985. – Vol. 1. – P. 135–165.
2. Haar, A. Zur Theorie der orthogonalen Funktionssysteme / A. Haar. – *Math. Ann.* – 1910. – Vol. 69. – P. 331.
3. Meyer, Y. Wavelets: Algorithms and applications / Y. Meyer // *S.I.A.M.* – 1993. – Vol. 36. – P. 526–528.
4. Dobeshi I. *Desiat lektsi po veyvletam* [Ten Wavelet Lectures], M.: R\&C Dynamics, 2004, 463 p.
5. Chewie K. *Vvedenie v veyvlety* [Introduction to Wavelets], Moscow: Mir, 2001, 412 p.
6. Schröder, P. Spherical wavelets: Efficiently representing functions on the sphere / P. Schröder, W. Sweldens // *Siggraph*. – 1995. – P. 161–172.
7. McEwen, J.D. A high-significance detection of non-Gaussianity in the WMAP 1-year data using directional spherical wavelets / J.D. McEwen, M.P. Hobson, D.J. Mortlock, A.N. Lasenby // *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.* – 2005. – Vol. 359. – P. 1583–1596.
8. McEwen, J.D. A directional continuous wavelet transform on sphere / J.D. McEwen, M.P. Hobson, D.J. Mortlock, A.N. Lasenby // *IEEE Trans. Sig. Proc.* – 2006. – P. 1–7.
9. McEwen, J.D. Cosmological applications of a wavelet analysis on the sphere / J.D. McEwen, P. Vielva, Y. Wiaux, M.P. Hobson, R.B. Barreiro, L. Cayón, M.P. Hobson, A.N. Lasenby, E. Martínez-González, J.L. Sanz // *Journal of Fourier Analysis and Applications*. – 2007. – Vol. 13, no. 4. – P. 495–510.
10. McEwen, J.D. Fast directional continuous spherical wavelet transform algorithms / J.D. McEwen, M.P. Hobson, D.J. Mortlock, A. N. Lasenby // *IEEE Trans. Sig. Proc.* 2007. – Vol. 55, no. 2. – P. 520–529.
11. Wiaux, Y. Correspondence principle between spherical and Euclidean wavelets / Y. Wiaux, L. Jacques, P. Vanderghenst // *Astrophys. J.* – 2005. – Vol. 632, no. 1. – P. 15–28.
12. Rosenfeld B.A., Sergeyeva N.D. *Stereograficheskaia proektsiia* [Stereographic Projection], Moscow: Nauka, 1973, 48 p.

Поступила в редакцию 10.10.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: maryanatolevna@mail.ru – Гундина М.А.

УДК 512.13

Об условиях представимости полиномов четвертой и шестой степени в виде суперпозиции полиномов второй и третьей степени

Ю.В. Трубников*, В.В. Юргелас**

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

**Воронежский государственный университет (Россия)

Актуальность работы заключается в том, что благодаря данному исследованию можно получить удобный метод решения специального класса алгебраических уравнений и ответить на вопрос, разрешимо ли это уравнение в радикалах.

Цель статьи – сформулировать и обосновать необходимые и достаточные условия представимости алгебраических полиномов четвертой и шестой степени в виде суперпозиции квадратичных и кубических полиномов, как следствие, получить условие разрешимости в радикалах уравнения шестой степени.

Материал и методы. Материалом исследования являются алгебраические полиномы комплексного аргумента с комплексными коэффициентами

$$P_n(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n,$$

а также представление этих полиномов в виде суперпозиции квадратичных и кубических полиномов.

В качестве методов исследования использованы методы алгебры, математического анализа и система компьютерной математики Maple 2017.

Результаты и их обсуждение. В работе доказаны три теоремы. В этих теоремах получены равенства, которые необходимы и достаточны для представимости полиномов четвертой степени в виде суперпозиции квадратичных полиномов и шестой степени в виде суперпозиции квадратичных и кубических полиномов.

Заключение. В результате проведенного исследования найдены необходимые и достаточные условия представимости полиномов четвертой и шестой степени в виде суперпозиции полиномов второй и третьей степени.

Ключевые слова: алгебраические уравнения, суперпозиция, разрешимость в радикалах, полином четвертой степени, полином шестой степени.

On the Conditions of the Representability of the Fourth and Eighth Degree Polynomials as a Superposition of the Second and the Third Degree Polynomials

Yu.V. Trubnikov, V.V. Yurgelas

Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»
Voronezh State University (Russia)

The relevance of the article lies in the fact that with the help of this study, you can get a convenient method for solving algebraic equations, and answer the question whether this equation is solvable in radicals.

The purpose of the article is to formulate and justify the necessary and sufficient conditions for the representability of algebraic polynomials of the fourth and sixth degree as a superposition of quadratic and cubic polynomials, as a result, to obtain the condition of solvability in the radicals of the sixth degree equation.

Material and methods. The research materials are algebraic polynomials of argument z

$$P_n(z) = z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{n-1} z + a_n,$$

and also the representation of these polynomials as a superposition of quadratic and cubic polynomials.

As research methods we used methods of algebra, mathematical analysis and computer math system Maple 2017.

Findings and their discussion. The article proved three theorems. In these theorems, equations are obtained that are necessary and sufficient for the fourth polynomial to be representable as a superposition of quadratic polynomials and of the sixth degree as a superposition of quadratic and cubic polynomials.

Conclusion. As a result of the study, necessary and sufficient conditions for the representability of polynomials of the fourth and sixth degree were found, in the form of a superposition of polynomials of the second and third degree.

Key words: algebraic equations, superposition, solvability in radicals, polynomial of the fourth degree, polynomial of the sixth degree.

Актуальность работы заключается в том, что благодаря данному исследованию можно получить удобный метод решения некоторых классов алгебраических уравнений и ответить на вопрос, разрешимо ли это уравнение в радикалах.

Цель статьи – сформулировать и обосновать необходимые и достаточные условия представимости алгебраических полиномов четвертой и шестой степени в виде суперпозиции квадратичных и кубических полиномов, как следствие, получить достаточное условие разрешимости в радикалах уравнения шестой степени.

Результаты и их обсуждение. В работе найдены и обоснованы необходимые и достаточные условия представимости полиномов четвертой степени

$$P_4(z) = z^4 + a_1 z^3 + a_2 z^2 + a_3 z + a_4 \quad (1)$$

и шестой степени

$$P_6(z) = z^6 + a_1 z^5 + a_2 z^4 + a_3 z^3 + a_4 z^2 + a_5 \quad (2)$$

в виде

$$P_4(z) = f_2[f_1(z)], \quad (3)$$

где

$$f_1(z) = z^2 + b_1 z + b_2, \quad f_2(z) = z^2 + c_1 z + c_2,$$

и

$$P_6(z) = g_2[g_1(z)], \quad (4)$$

где

$$g_1(z) = z^2 + b_1 z + b_2, \quad g_2(z) = z^3 + c_1 z^2 + c_2 z + c_3,$$

или в виде

$$P_6(z) = h_2[h_1(z)], \quad (5)$$

где

$$h_1(z) = z^3 + b_1 z^2 + b_2 z + b_3, \quad h_2(z) = z^2 + c_1 z + c_2.$$

Теорема 1. Необходимым и достаточным условием выполнения тождества (3) является условие $a_3 = \frac{a_1}{2} \left(a_2 - \frac{a_1^2}{4} \right)$, выражающее связь между коэффициентами полинома $P_4(z)$, при этом

$$b_1 = \frac{a_1}{2}, \quad b_2 = -\frac{a_1^2}{8} + \frac{a_2}{2} - \frac{c_1}{2}, \quad c_2 = -\frac{(a_1^2 - 4a_2)^2}{64} + \frac{c_1^2}{4} + a_4.$$

Параметр c_1 остается свободным.

Доказательство. Правая часть равенства (3) имеет вид

$$f_2[f_1(z)] = z^4 + 2b_1 z^3 + (b_1^2 + 2b_2 + c_1) z^2 + (2b_1 b_2 + b_1 c_1) z + b_2^2 + b_2 c_1 + c_2. \quad (6)$$

Приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях z полинома $P_4(z)$ и правой части равенства (6), получим систему уравнений

$$2b_1 = a_1, \quad (7)$$

$$b_1^2 + 2b_2 + c_1 = a_2, \quad (8)$$

$$2b_1b_2 + b_1c_1 = a_3, \quad (9)$$

$$b_2^2 + b_2c_1 + c_2 = a_4. \quad (10)$$

Выражая $b_1 = \frac{a_1}{2}$ из уравнения (7) и подставляя в уравнения (8)–(10), получаем следующие уравнения:

$$\frac{a_1^2}{4} + 2b_2 + c_1 = a_2, \quad (11)$$

$$a_1b_2 + \frac{1}{2}a_1c_1 = a_3, \quad (12)$$

$$b_2^2 + b_2c_1 + c_2 = a_4. \quad (13)$$

Выражая

$$b_2 = -\frac{a_1^2}{8} + \frac{a_2}{2} - \frac{c_1}{2}$$

из уравнения (11) и подставляя в уравнения (12)–(13), получаем уравнение связи между коэффициентами полинома $P_4(z)$, это

$$a_3 = \frac{a_1}{2} \left(a_2 - \frac{a_1^2}{4} \right), \quad (14)$$

после чего из уравнения (13) находим

$$c_2 = -\frac{(a_1^2 - 4a_2)^2}{64} + \frac{c_1^2}{4} + a_4. \quad (15)$$

Подставляя найденные значения b_1, b_2, c_2 в правую часть равенства (3), получаем тождество

$$f_2[f_1(z)] = z^4 + a_1z^3 + a_2z^2 + \frac{a_1}{2} \left(a_2 - \frac{a_1^2}{4} \right) z + a_4,$$

из которого и следует необходимое и достаточное условие представления полинома $P_4(z)$ в виде суперпозиции $f_2[f_1(z)]$.

В том случае, если требуется представить полином $P_4(z)$ в виде $f[f(z)]$, где $f(z) = z^2 + b_1z + b_2$, система уравнений для определения параметров b_1, b_2 будет иметь следующий вид:

$$2b_1 = a_1, \quad (16)$$

$$b_1^2 + b_1 + 2b_2 = a_2, \quad (17)$$

$$b_1^2 + 2b_1b_2 = a_3, \quad (18)$$

$$b_1b_2 + b_2^2 + b_2 = a_4. \quad (19)$$

Выражая $b_1 = \frac{a_1}{2}$ из уравнения (16) и подставляя в уравнения (17)–(19), получаем

$$\frac{1}{4}a_1^2 + \frac{1}{2}a_1 + 2b_2 = a_2, \quad (20)$$

$$\frac{1}{4}a_1^2 + a_1b_2 = a_3, \quad (21)$$

$$\frac{1}{2}a_1b_2 + b_2^2 + b_2 = a_4. \quad (22)$$

Выражая $b_2 = -\frac{1}{8}a_1^2 + \frac{1}{2}a_2 - \frac{1}{4}a_1$ из уравнения (20) и подставляя в уравнения (21)–(22), получаем равенства

$$a_3 = \frac{a_1}{8}(4a_2 - a_1^2), \quad (23)$$

$$a_4 = \frac{1}{64}(a_1^2 - 2a_1 - 4a_2 - 8)(a_1^2 + 2a_1 - 4a_2). \quad (24)$$

Таким образом, из тождества

$$\begin{aligned} & \left(z^2 + \frac{a_1}{z}z - \frac{1}{8}a_1^2 + \frac{1}{2}a_2 - \frac{1}{4}a_1 \right)^2 + \frac{a_1}{2} \left(z^2 + \frac{a_1}{z}z - \frac{1}{8}a_1^2 + \frac{1}{2}a_2 - \frac{1}{4}a_1 \right) - \frac{1}{8}a_1^2 + \frac{1}{2}a_2 - \frac{1}{4}a_1 = \\ & = z^4 + a_1z^3 + a_2z^2 + \frac{a_1}{8}(4a_2 - a_1^2)z + \frac{1}{64}(a_1^2 - 2a_1 - 4a_2 - 8)(a_1^2 + 2a_1 - 4a_2) \end{aligned}$$

следует, что уравнения связи (23) и (24) являются необходимыми и достаточными условиями представления полинома $P_4(z)$ в виде $f[f(z)]$.

Теорема 1 доказана.

Следствие 1. *Выполнение равенства (14) является достаточным условием разрешимости уравнения $P_4(z) = 0$ в радикалах.*

Пример 1. Пусть $a_1 = 2$, $a_2 = 7$, $a_4 = -10$,

$$a_3 = \frac{a_1}{2} \left(a_2 - \frac{a_1^2}{4} \right) = 6, \quad b_1 = 1, \quad b_2 = 1, \quad c_1 = 4, \quad c_2 = -15, \quad \text{тогда полином } P_4(z) \text{ примет вид}$$

$$P_4(z) = z^4 + 2z^3 + 7z^2 + 6z - 10.$$

Назовем корнями второго уровня корни уравнения

$$q^2 + c_1q + c_2 = 0,$$

т.е. в рассматриваемом примере это корни уравнения

$$q^2 + 4q - 15 = 0.$$

Пусть

$$q_1 = -2 + \sqrt{19}, \quad q_2 = -2 - \sqrt{19}.$$

Корнями первого уровня, т.е. корнями исходного уравнения, являются корни уравнений

$$z^2 + b_1z + b_2 = q_1, \quad z^2 + b_1z + b_2 = q_2.$$

Эти корни имеют вид

$$\begin{aligned} z_1 &= \frac{1}{2}(\sqrt{4\sqrt{19} - 11} - 1), \quad z_2 = -\frac{1}{2}(\sqrt{4\sqrt{19} - 11} + 1), \\ z_3 &= \frac{1}{2}(i\sqrt{4\sqrt{19} + 11} - 1), \quad z_4 = -\frac{1}{2}(i\sqrt{4\sqrt{19} + 11} + 1). \end{aligned}$$

Далее рассмотрим случай суперпозиции квадратичной функции от кубической, т.е.

$$f_2[f_1(z)] = (z^3 + b_1z^2 + b_2z + b_3)^2 + c_1(z^3 + b_1z^2 + b_2z + b_3) + c_2. \quad (25)$$

Пусть

$$P_6(z) = z^6 + a_1z^5 + a_2z^4 + a_3z^3 + a_4z^2 + a_5z + a_6. \quad (26)$$

Теорема 2. *Необходимыми и достаточными условиями представления полинома (26) в виде (25) являются равенства*

$$a_4 = \frac{5}{64}a_1^4 - \frac{3}{8}a_1^2a_2 + \frac{1}{2}a_1a_3 + \frac{1}{4}a_2^2, \quad (27)$$

$$a_5 = -\frac{1}{64}(a_1^2 - 4a_2)(a_1^3 - 4a_1a_2 + 8a_3). \quad (28)$$

Коэффициенты b_1, b_2, b_3, c_2 находятся при этом по следующим формулам:

$$b_1 = \frac{a_1}{2}, \quad b_2 = -\frac{a_1^2}{8} + \frac{a_2}{2}, \quad b_3 = \frac{1}{16}a_1^3 - \frac{1}{4}a_1a_2 + \frac{1}{2}a_3 - \frac{1}{2}c_1, \quad (30)$$

$$c_2 = a_6 - \frac{1}{256}(a_1^3 - 4a_1a_2 + 8a_3 - 8c_1)(a_1^3 - 4a_1a_2 + 8a_3 + 8c_1). \quad (31)$$

Коэффициент c_1 является произвольным параметром.

Доказательство использует ту же самую схему, т.е. приравниваются коэффициенты полиномов (25) и (26) и проводится анализ получающейся при этом системы уравнений. Опишем этот процесс более подробно. После приравнивания коэффициентов при одинаковых степенях z получим систему уравнений

$$2b_1 = a_1, \quad (32)$$

$$b_1^2 + 2b_2 = a_2, \quad (33)$$

$$2b_1b_2 + 2b_3 + c_1 = a_3, \quad (34)$$

$$2b_1b_3 + b_1c_1 + b_2^2 = a_4, \quad (35)$$

$$2b_2b_3 + b_2c_1 = a_5, \quad (36)$$

$$b_3^2 + b_3c_1 + c_2 = a_6. \quad (37)$$

Запишем результат первой подстановки: $b_1 = a_1 / 2$ в уравнения (33)–(37):

$$\frac{a_1^2}{4} + 2b_2 = a_2, \quad (38)$$

$$a_1b_2 + 2b_3 + c_1 = a_3, \quad (39)$$

$$a_1b_3 + \frac{1}{2}a_1c_1 + b_2^2 = a_4, \quad (40)$$

$$2b_2b_3 + b_2c_1 = a_5, \quad (41)$$

$$b_3^2 + b_3c_1 + c_2 = a_6. \quad (42)$$

Результатом второй подстановки $b_2 = -\frac{a_1^2}{8} + \frac{a_2}{2}$ в уравнения (39)–(42) является следующая система:

$$\frac{a_1}{2} \left(a_2 - \frac{a_1^2}{4} \right) + 2b_3 + c_1 = a_3, \quad (43)$$

$$a_1b_3 + \frac{1}{2}a_1c_1 + \frac{1}{64}a_1^4 - \frac{1}{8}a_1^2a_2 + \frac{1}{4}a_2^2 = a_4, \quad (44)$$

$$-\frac{1}{4}a_1^2b_3 + a_2b_3 - \frac{1}{8}a_1^2c_1 + \frac{1}{2}a_2c_1 = a_5, \quad (45)$$

$$b_3^2 + b_3c_1 + c_2 = a_6. \quad (46)$$

Третья подстановка заключается в том, что из уравнения (43) находим

$$c_1 = \frac{1}{8}a_1^3 - \frac{1}{2}a_1a_2 + a_3 - 2b_3 \quad (47)$$

и выражение (47) подставляем в уравнения (44)–(46). Результатом данной подстановки являются равенства:

$$a_4 = \frac{5}{64}a_1^4 - \frac{3}{8}a_1^2a_2 + \frac{1}{2}a_1a_3 + \frac{1}{4}a_2^2,$$

$$a_5 = -\frac{1}{64}(a_1^2 - 4a_2)(a_1^3 - 4a_1a_2 + 8a_3),$$

а это и есть условия, указанные в формулировке теоремы 2. Из уравнения (36) находим

$$c_2 = b_3^2 - \frac{1}{8}a_1^3b_3 + \frac{1}{2}a_1a_2b_3 - a_3b_3 + a_6. \quad (48)$$

Необходимость и достаточность условий (27)–(28) теперь вытекает из тождества

$$\begin{aligned} & \left[z^3 + \left(\frac{a_1}{2} \right) z^2 + \left(-\frac{a_1^2}{8} + \frac{a_2}{2} \right) z + b_3 \right]^2 + \\ & + \left(\frac{1}{8}a_1^3 - \frac{1}{2}a_1a_2 + a_3 - 2b_3 \right) \left[z^3 + \left(\frac{a_1}{2} \right) z^2 + \left(-\frac{a_1^2}{8} + \frac{a_2}{2} \right) z + b_3 \right] + \\ & + b_3^2 - \frac{1}{8}a_1^3b_3 + \frac{1}{2}a_1a_2b_3 - a_3b_3 + a_6 = \\ & = z^6 + a_1z^5 + a_2z^4 + a_3z^3 + \left(\frac{5}{64}a_1^4 - \frac{3}{8}a_1^2a_2 + \frac{1}{2}a_1a_3 + \frac{1}{4}a_2^2 \right) z^2 - \\ & - \frac{1}{64}(a_1^2 - 4a_2)(a_1^3 - 4a_1a_2 + 8a_3)z + a_6. \end{aligned}$$

Заметим, что в процессе подстановок можно было бы поступить и по-другому. Если из уравнения (43) выразить b_3 :

$$b_3 = \frac{1}{16}a_1^3 - \frac{1}{4}a_1a_2 + \frac{1}{2}a_3 - \frac{1}{2}c_1$$

и подставить в уравнения (44)–(46), то уравнения связи (44)–(45) останутся теми же самыми, а c_2 выразится равенством (31). Именно такой вариант отражен в формулировке теоремы 2.

Рассмотрим случай суперпозиции кубических полиномов от квадратных, т.е.

$$f_1(z) = z^2 + c_1z + c_2; \quad f_2[f_1(z)] = f_1^3(z) + b_1f_1^2(z) + b_2f_1(z) + b_3.$$

Теорема 3. *Необходимыми и достаточными условиями представления полинома*

$$P_6(z) = z^6 + a_1z^5 + a_2z^4 + a_3z^3 + a_4z^2 + a_5z + a_6 \quad (49)$$

в виде $f_2[f_1(z)]$ являются равенства

$$a_3 = -\frac{a_1}{27}(5a_1^2 - 18a_2); \quad a_5 = \frac{a_1}{81}(a_1^4 - 3a_1^2a_2 + 27a_4). \quad (50)$$

При этом

$$c_1 = \frac{a_1}{3}, \quad b_1 = a_2 - \frac{a_1^2}{3} - 3c_2, \quad (51)$$

$$b_2 = -\frac{1}{9}a_1^2a_2 - 2a_2c_2 + \frac{1}{27}a_1^4 + \frac{2}{3}a_1^2c_2 + 3c_2^2 + a_4, \quad (52)$$

$$b_3 = a_6 - c_2^3 - \frac{1}{3}a_1^2c_2^2 + a_2c_2^2 - \frac{1}{27}a_1^4c_2 + \frac{1}{9}a_1^2a_2c_2 - a_4c_2; \quad (53)$$

параметр c_2 остается произвольным.

Доказательство. Самое короткое доказательство вытекает из тождества

$$f_2[f_1(z)] = P_6(z),$$

если в левую часть подставить выражения (51)–(53), а в правую часть правые части равенств (50).

Следствие 2. *Одновременное выполнение равенств (27) и (28) является достаточным условием разрешимости уравнения $P_6(z) = 0$ в радикалах.*

Назовем корни q_1, q_2 уравнения $q^2 + c_1q + c_2 = 0$ корнями второго уровня суперпозиции $f_2[f_1(z)]$, а корни уравнений $f_1(z) = q_1, f_1(z) = q_2$ корнями первого уровня, т.е. корни первого уровня – это корни уравнения $P_6(z) = 0$.

Пример 2. Данный пример иллюстрирует теорему 2.

Пусть $a_1=16, a_2=32, a_3=8, a_6=17420$, тогда, вычислив коэффициенты a_4, a_5 по формулам (27)–(28), получаем следующий полином:

$$P_6(z) = z^6 + 16z^5 + 32z^4 + 8z^3 + 2368z^2 - 4224z + 17420.$$

Если взять $c_1=0$, то получим $c_2=-4$, и корни второго уровня находятся из уравнения

$$q^2 + c_1q + c_2 = q^2 - 4 = 0,$$

т.е. $q_{12} = 2, q_{22} = -2$. Далее находим $b_1=8, b_2=-16, b_3=132$, и корни первого уровня определяются из уравнений

$$q^3 + 8q^2 - 16q + 132 = 2, q^3 + 8q^2 - 16q + 132 = -2.$$

Это корни исходного уравнения

$$\begin{aligned} z_1 &= -\frac{1}{3}(2843+9\sqrt{82441})^{1/3} - \frac{112}{3(2843+9\sqrt{82441})^{1/3}} - \frac{8}{3}; \\ z_2 &= \frac{1}{6}(2843+9\sqrt{82441})^{1/3} + \frac{56}{3(2843+9\sqrt{82441})^{1/3}} - \frac{8}{3} + \\ &+ \frac{i\sqrt{3}}{2} \left[-\frac{1}{3}(2843+9\sqrt{82441})^{1/3} + \frac{112}{3(2843+9\sqrt{82441})^{1/3}} \right]; \\ z_3 &= \frac{1}{6}(2843+9\sqrt{82441})^{1/3} + \frac{56}{3(2843+9\sqrt{82441})^{1/3}} - \frac{8}{3} - \\ &- \frac{i\sqrt{3}}{2} \left[-\frac{1}{3}(2843+9\sqrt{82441})^{1/3} + \frac{112}{3(2843+9\sqrt{82441})^{1/3}} \right]; \\ z_4 &= -\frac{1}{3}(2897+3\sqrt{776409})^{1/3} - \frac{112}{3(2897+3\sqrt{776409})^{1/3}} - \frac{8}{3}; \\ z_{5,6} &= \frac{1}{6}(2897+3\sqrt{776409})^{1/3} + \frac{56}{3(2897+3\sqrt{776409})^{1/3}} - \frac{8}{3} \pm \\ &\pm \frac{i\sqrt{3}}{2} \left[-\frac{(2897+3\sqrt{776409})^{1/3}}{3} + \frac{112}{3(2897+3\sqrt{776409})^{1/3}} \right]. \end{aligned}$$

Пример 3. Данный пример иллюстрирует теорему 2.

Пусть $a_1=2i, a_2=1+2i, a_3=4-10i, a_6=-27-36i$, тогда, вычислив коэффициенты a_4, a_5 по формулам (27)–(28), получаем следующий полином:

$$P_6(z) = z^6 + 2i \cdot z^5 + (1+2i) \cdot z^4 + (4-10i) \cdot z^3 + (12+8i) \cdot z^2 + (18-6i) \cdot z - 27 - 36i.$$

При $c_1=0$ находим $c_2=-1$, и корни второго уровня определяются из уравнения

$$q^2 + c_1q + c_2 = q^2 - 1 = 0,$$

т.е. $q_{12} = 1, q_{22} = -1$. Далее находим $b_1=i, b_2=1+i, b_3=3-6i$, и корни первого уровня определяются из уравнений

$$q^3 + i \cdot q^2 + (1+i) \cdot q + 3 - 6i = 0.$$

Это корни исходного уравнения

$$z_1 = \frac{(-252 + 692i - 12\sqrt{2904 + 2370i})^{1/3}}{6} - \frac{\frac{8}{3} + 2i}{(-252 + 692i - 12\sqrt{2904 + 2370i})^{1/3}} - \frac{i}{3};$$

$$z_{2,3} = -\frac{(-252 + 692i - 12\sqrt{2904 + 2370i})^{1/3}}{12} + \frac{\frac{4}{3} + i}{(-252 + 692i - 12\sqrt{2904 + 2370i})^{1/3}} - \frac{i}{3} \pm$$

$$\pm \frac{1}{2} \left(i\sqrt{3} \left(\frac{(-252 + 692i - 12\sqrt{2904 + 2370i})^{1/3}}{6} + \frac{\frac{8}{3} + 2i}{(-252 + 692i - 12\sqrt{2904 + 2370i})^{1/3}} \right) \right);$$

$$z_4 = \frac{(-468 + 692i - 12\sqrt{1824 + 4446i})^{1/3}}{6} - \frac{\frac{8}{3} + 2i}{(-468 + 692i - 12\sqrt{1824 + 4446i})^{1/3}} - \frac{i}{3};$$

$$z_{5,6} = -\frac{(-468 + 692i - 12\sqrt{1824 + 4446i})^{1/3}}{12} + \frac{\frac{4}{3} + i}{(-468 + 692i - 12\sqrt{1824 + 4446i})^{1/3}} - \frac{i}{3} \pm$$

$$\pm \frac{1}{2} \left(i\sqrt{3} \left(\frac{(-468 + 692i - 12\sqrt{1824 + 4446i})^{1/3}}{6} + \frac{\frac{8}{3} + 2i}{(-468 + 692i - 12\sqrt{1824 + 4446i})^{1/3}} \right) \right).$$

Близким классом к таким уравнениям являются возвратные уравнения [1]. Возвратными уравнения – это алгебраические уравнения вида

$$P_{2n}(z) = z^{2n} + a_1 z^{2n-1} + a_2 z^{2n-2} \dots + a_{2n-1} z + a_{2n} = 0,$$

где a_j ($j = 1, 2, \dots, 2n$) – действительные коэффициенты, удовлетворяющие равенствам:

$$a_{n+k} = a_{n-k} r^{2k} \quad (r > 0, 1 \leq k \leq n).$$

Заключение. В результате проделанного исследования найдены необходимые и достаточные условия представимости полиномов четвертой и шестой степени в виде суперпозиции полиномов второй и третьей степени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трубников, Ю.В. Особенности применения алгоритма Вейерштрасса для возвратных алгебраических уравнений / Ю.В. Трубников, О.В. Пышненко // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – № 1(73). – С. 5–11.

REFERENCES

1. Trubnikov Yu.V., Pyshnenko O.V. *Vestnik VGU* [Journal of Vitebsk State University], 2013, 1(73), pp. 5–11.

Поступила в редакцию 18.01.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: yurii_trubnikov@mail.ru – Трубников Ю.В.



БІАЛОГІЯ

УДК 595.78

Количественная оценка индукции трофического поведения олиго- и политрофных чешуекрылых

С.И. Денисова, З.Н. Соболев

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

Для изучения трофической индукции необходимы результаты одновременного тестирования двух видов насекомых на одном наборе кормов. Среди немногочисленных работ следует указать научные исследования Ф. Хансона [1] и Ю.Н. Баранчикова [2].

Цель статьи – установить сходство и различие выработки трофической индукции у олиго- и политрофных чешуекрылых в зависимости от химического состава кормовых растений.

Материал и методы. Исследования по теме проводились на кафедре зоологии Витебского государственного университета имени П.М. Машерова и биологическом стационаре «Щитовка» с 2016 по 2017 г. Материал: китайский дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi* G.-M.) и непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.).

Результаты и их обсуждение. Установлено, что отродившиеся гусеницы непарного шелкопряда обладают достоверно выраженной пищевой избирательностью по отношению к определенному кормовому растению, в данном случае к яблоне и рябине. Результаты проверки избирательности кормового растения только что отродившимися гусеницами дубового шелкопряда в парных тестах, где им на выбор предлагались лист рябины в сочетании с листом березы, ивы и лещины, показали, что гусеницы дубового шелкопряда в большинстве своем переходили на новые кормовые растения – березу, иву, лещину, но предпочтения отдавали березе и иве. Рябина же для них оказалась неблагоприятным кормом, так как на рябине к концу опыта осталось не более 20 гусениц.

Заключение. В опытах с дубовым шелкопрядом из четырех предлагаемых растений (рябины, березы, ивы, лещины) трофическая индукция выработалась только к двум – березе и иве. В опытах с непарным шелкопрядом из пяти предложенных растений (яблони, рябины, березы, ивы, лещины) трофическая индукция выработалась также только к двум растениям – яблоне и рябине.

Ключевые слова: олигофаг, полифаг, индукция, трофическое поведение насекомых.

Qualitative Assessment of the Trophy Behavior Induction of Oligotrophic and Polytrrophic Lepidoptera

S.I. Denisova, Z.N. Sobol

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

Results of simultaneous testing of two species of insects on the same set of fodder are necessary for the study of trophy induction. Among the few works are those by F. Hanson and Yu.N. Baranchikov.

The purpose of the article is to find out comparisons and differences of the production of the trophy induction of oligotrophic and polytrophic Lepidoptera depending on the chemical composition of fodder plants.

Material and methods. The research was conducted at the Zoology Department of Vitebsk State P.M. Masherov University and at the biological satiation of Shchitovka from 2016 to 2017. The research material was oak silkworm (*Antheraea pernyi* G.-M.) and gypsy moth (*Lymantria dispar* L.).

Findings and their discussion. It was found out that gypsy moth caterpillars have reliably expressed fodder selectivity regarding a certain fodder plant, it being the apple tree and the rowan. Test results of fodder plant selectivity of oak silkworm caterpillars in pair tests in which they were given to choose between rowan leaves and birch leaves, willow leaves and hazel leaves indicated that oak silkworm caterpillars in most cases transferred to new fodder plants – birch, willow, hazel while they preferred birch and willow. Rowan was unfavorable fodder for them; by the end of the test not more than twenty caterpillars remained on the rowan.

Conclusion. In oak silkworm tests, of the four offered plants (rowan, birch, willow and hazel) the trophy induction was formed to only two of them – birch and willow. In gypsy moth tests, of the five offered plants (apple, birch, willow and hazel) trophy induction was also formed to the two plants – apple and rowan.

Key words: oligophag, polyphag, induction, trophic behavior of insects.

В литературе имеется небольшое число примеров проявления индукции предпочтения корма у личинок насекомых-фитофагов [1–4]. В.И. Кузнецов [3] одним из первых показал явное индуцирование предпочтения или избирательность по отношению к тому растению, на котором уже питались, у гусениц *Euproctis chrysorrhoea* L. Они были собраны в природе в молодом возрасте с дуба, длительное время питались листом осины и ивы и затем при свободном выборе кормового растения отдавали предпочтение этим породам. А.В. Гецова и К.Л. Лозина-Лозинский [5] обнаружили, что гусеницы непарного и китайского дубового шелкопряда при возможности свободного выбора предпочитают растения, на которых питались перед опытом, даже если они менее пригодны для роста и развития. Но количественная оценка достоверности данных, представленных в двух указанных работах, не была проведена.

Почти отсутствуют в литературе сведения по сравнению способности к выработке индукции у фитофагов с разной широтой трофических связей. Для этого необходимы результаты одновременного тестирования двух видов насекомых на одном наборе кормов. Среди немногочисленных работ следует указать научные исследования Ф. Хансона [1] и Ю.Н. Баранчикова [2]. Первый сравнивал два вида ленточников. Один из них – *Limenitis archippys* – является широким олигофагом, второй – *Limenitis astyanax* – полифагом. Расчеты свидетельствуют о достоверном отличии в выборе ивы и тополя гусеницами ленточника – полифага, воспитанными только на иве или только на тополе. У олиготрофного ленточника таких отличий обнаружить не удалось.

Цель статьи – установить сходство и различие выработки трофической индукции у олиго- и политрофных чешуекрылых в зависимости от химического состава кормовых растений.

Материал и методы. Исследования по теме проводились на базе биологического стационара «Щитовка» и в лабораториях биологического факультета Витебского государственного университета имени П.М. Машерова в период с 2016 по 2017 г. В качестве объекта исследований использовались китайский дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi* G.-M.) и непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.).

В наших экспериментах были задействованы гусеницы из ряда популяций, обитающих на юго-западе Беларуси. В год, предшествующий сбору гусениц, все популяции находились в латентном состоянии.

Кормовыми растениями служили дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), ива корзиночная (*Salix viminalis* L.), лещина (*Corylus avellana* L.), рябина (*Sorbus aucuparia* L.), яблоня (*Malus palustris* L.).

Для количественной оценки трофического поведения гусениц олиго- и политрофных чешуекрылых закладывали опыт: только что отродившихся гусениц дубового и непарного шелкопряда по 50 гусениц в каждом варианте опыта рассаживали в стеклянные сосуды емкостью 0,5 л и предлагали веточки с листьями двух кормовых растений из следующего набора кормовых пород: для непарного шелкопряда – яблоня, рябина, береза, ива, лещина; для дубового шелкопряда – рябина, береза, ива, лещина. Эксперимент прекращали через сутки, после того как гусеницы приступили к питанию и появились первые погрызы листьев и экскременты. Далее подсчитывалось количество гусениц на веточках обоих растений.

Результаты и их обсуждение. Ю.Н. Баранчиков [2] сравнил избирательность гусениц старших возрастов непарного шелкопряда (полифага) и боярышницы (олигофага), воспитанных на боярышнике

либо черемухе. Гусеницы непарного шелкопряда, воспитанные на боярышнике, при предложении им на выбор для питания веток боярышника или черемухи съедали достоверно больше листа боярышника. Те гусеницы непарного шелкопряда, которые питались от рождения листом черемухи, при предложении им на выбор веток черемухи и боярышника съедали достоверно больше листа черемухи, чем боярышника.

Гусеницы олигофага – боярышницы такого предпочтения в выборе ранее потребляемого корма не показали.

Автор делает вывод о том, что неспециализированный вид – непарный шелкопряд обладает большей способностью к выработке индукции трофического поведения, чем специализированный вид – боярышница.

В то же время А.В. Гецова и Л.К. Лозина-Лозинский [5], как уже указывалось ранее, обнаружили предпочтение ранее потребляемых кормовых растений как у полифага – непарного шелкопряда, так и у олигофага – дубового шелкопряда.

В.И. Кузнецов [3] также отмечал, что гусеницы 13 видов олиго- и политрофных чешуекрылых, собранных в природе с двух или более видов растений, отдавали в опыте четкое предпочтение листе своего предшествовавшего хозяина. Гусеницы олигофага – сатурнии *Cellosamia promethean*, выращенные на вишне и еще трех видах растений, в парных тестах продемонстрировали четкое предпочтение предшествовавшего корма [2]. Гусеницы махаона также легко индуцировались любым из четырех участвовавших в опыте видов зонтичных растений [4].

Способность к индукции проявили гусеницы табачного бражника [6; 7]. Анализ результатов работ вышеперечисленных исследователей не позволяет сделать однозначный вывод о том, что чешуекрылые-полифаги обладают более сильной способностью к избирательности того корма, которым питались ранее, чем олигофаги.

С одной стороны, полифаги питаются многими кормовыми растениями и имеют более совершенные детоксикационные системы, позволяющие им без больших энергопотерь при необходимости переходить с одного кормового растения на другое. С другой стороны, частая смена кормовых растений на протяжении жизненного цикла приводит к большим потерям энергии и массы, поэтому способность запоминать начальный кормовой субстрат помогает начавшей питаться гусенице не реагировать на другое кормовое растение и экономить энергию. Чешуекрылые-полифаги экологически более пластичны, обладают более широкой нормой реакции во взаимодействии с кормовым растением, чем олигофаги. Они могут выживать в экстремальных пищевых условиях, меняя кормовое растение с меньшими энергопотерями, чем олигофаги, и быстрее настраиваться на преимущественный выбор растения, на котором они начали питаться, что тоже согласно нашим данным дает энергетический выигрыш, так как при питании гусениц одним видом корма с возрастом увеличивается эффективность использования усвоенного корма на прирост биомассы тела.

Согласно имеющимся данным и данным других исследователей [2], олигофагам смена кормового растения обходится дороже, чем полифагам, так как их пищеварительный аппарат и детоксикационная система узко специализированы к определенному химизму небольшого набора кормовых растений. Поэтому можно ожидать, что у них также будет сильно выражена индукция предпочтения корма, которым они уже начали питаться. Однако экспериментальные данные по наличию индукции трофического поведения у гусениц чешуекрылых-олигофагов противоречивы и не позволяют сделать однозначный вывод. Необходимо накопление большего количества сведений об особенностях питания олиго- и политрофных чешуекрылых, имеющих статистическую достоверность.

Поэтому одной из задач нашей работы было исследование избирательной способности у гусениц непарного и дубового шелкопрядов к тому кормовому растению, которым они уже питались (при этом им на выбор предлагался набор одних и тех же кормовых растений), с последующей обработкой результатов с помощью новейшего статистического метода – G-теста на независимость [8].

Результаты наших опытов по проверке наличия индукции трофического поведения у гусениц непарного шелкопряда приведены в табл. 1–5.

**Избирательность кормового растения свежесклевываемыми гусеницами
непарного шелкопряда в парных тестах с яблоней**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (яблоня)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Рябина	35	15	50	72,0	№ 1 – 710,5 № 2 – 1745,4 № 3 – 1069,7 G – 7,31 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P > 0,05
Береза	34	16	50	68,0	
Ива	42	8	50	84,0	
Лещина	40	10	50	80,0	
Всего	151	49	200	–	
2017					
Рябина	36	15	51	70,6	№ 1 – 692,7 № 2 – 1744,0 № 3 – 1066,0 G – 7,28 df – 3 G _{крит} = 7,84473 P > 0,05
Береза	36	14	50	72,0	
Ива	41	9	50	82,0	
Лещина	44	6	50	88,0	
Всего	157	44	201	–	

При анализе пищевой избирательности у только что отродившихся гусениц, которым предлагались в парных тестах на выбор лист яблони в сочетании с листом рябины, березы, ивы, лещины, статистически достоверно установлено, что во всех сочетаниях яблоня осталась наиболее предпочтительным кормовым растением (табл. 2).

Изучение пищевой избирательности только что отродившихся гусениц, которым предлагались в парных тестах на выбор лист рябины в сочетании с листом яблони, березы, ивы и лещины, выявило, что наиболее предпочтительным кормовым растением оказалась яблоня (табл. 3).

Если предлагать гусеницам лист березы в сочетании с листом яблони, рябины, ивы, лещины, то гусеницы в каждом парном тесте также отдают предпочтение яблоне, что подтверждается статистически (табл. 2).

При предложении гусеницам листа ивы последовательно в сочетании с листом яблони, рябины, березы и лещины опять статистически достоверное большинство гусениц непарного шелкопряда выбрало лист яблони (табл. 3).

При предложении гусеницам листа лещины последовательно в сочетании с листом яблони, рябины, березы и ивы наиболее предпочтительным кормовым растением оказалась береза (табл. 5). Из пяти тестируемых древесных пород только что отродившиеся гусеницы непарного шелкопряда четыре раза отдают предпочтение яблоне и один раз березе.

Следовательно, только что отродившиеся гусеницы непарного шелкопряда обладают достоверно выраженной пищевой избирательностью по отношению к определенному кормовому растению, в данном случае к яблоне, так как в четырех вариантах из пяти гусеницы предпочли яблоню всем другим кормовым растениям.

Результаты проверки избирательности кормового растения только что отродившимися гусеницами дубового шелкопряда в парных тестах, где им на выбор предлагались лист рябины в сочетании с листом березы, ивы и лещины, суммированы в табл. 6.

Из данных табл. 6 следует, что гусеницы дубового шелкопряда в большинстве своем переходили на новые кормовые растения – березу, иву, лещину, но предпочтения кому-либо из них не отдавали. Рябина же для них оказалась неблагоприятным кормом, так как на рябине к концу опыта осталось не более 20 гусениц.

Таблица 2

**Избирательность кормового растения свежеотродившимися гусеницами
непарного шелкопряда в парных тестах с рябиной**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (рябины)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Яблоня	21	29	50	42,0	№ 1 – 666,9 № 2 – 1712,6 № 3 – 1059,7 G – 27,95 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Береза	27	23	50	54,0	
Ива	42	8	50	84,0	
Лещина	40	10	50	80,0	
Всего	130	70	200	–	
2017					
Яблоня	19	31	50	38,0	№ 1 – 669,6 № 2 – 1712,6 № 3 – 1059,7 G – 33,44 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Береза	28	22	50	56,0	
Ива	40	10	50	80,0	
Лещина	43	7	50	86,0	
Всего	130	70	200	–	

Таблица 3

**Избирательность кормового растения свежеотродившимися гусеницами
непарного шелкопряда в парных тестах с березой**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (береза)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Яблоня	16	34	50	32,0	№ 1 – 713,1 № 2 – 1813,3 № 3 – 1122,9 G – 45,50 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Рябина	22	28	50	44,0	
Ива	41	19	60	68,3	
Лещина	45	5	50	90,0	
Всего	124	86	210	–	
2017					
Яблоня	17	23	40	42,5	№ 1 – 669,7 № 2 – 1712,8 № 3 – 1059,7 G – 33,14 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Рябина	23	27	50	46,0	
Ива	42	18	60	70,0	
Лещина	45	5	50	90,0	
Всего	127	73	200	–	

Таблица 4

**Избирательность кормовых растений свежеотродившимися гусеницами
непарного шелкопряда в парных тестах с ивой**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (ива)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2017					
Яблоня	7	43	50	14,0	№ 1 – 673,8 № 2 – 1719,1 № 3 – 1059,7 G – 28,88 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Рябина	14	36	50	28,0	
Береза	10	40	50	20,0	
Лещина	30	20	50	60,0	
Всего	61	139	200	–	

Таблица 5

**Избирательность кормовых растений свежеотродившимися гусеницами
непарного шелкопряда в парных опытах с лещиной**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (лещина)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Яблоня	13	37	50	26,0	№ 1 – 681,9 № 2 – 1734,2 № 3 – 1059,7 G – 14,63 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Рябина	8	42	50	16,0	
Береза	5	45	50	10,0	
Ива	20	30	50	40,0	
Всего	46	154	200	–	
2017					
Яблоня	12	38	50	24,0	№ 1 – 677,8 № 2 – 1731,9 № 3 – 1059,7 G – 11,29 df – 3 G _{крит} = 7,81473 P < 0,001
Рябина	10	40	50	20,0	
Береза	6	44	50	12,0	
Ива	20	30	50	40,0	
Всего	46	154	200	–	

Если предлагать только что отродившимся гусеницам олигофага – дубового шелкопряда лист березы последовательно в сочетании с листом ивы, лещины и рябины, то согласно статистическому анализу наиболее предпочитаемым кормовым растением оказывается ива из новых кормовых растений (табл. 7).

При предложении свежеотродившимся гусеницам дубового шелкопряда в парных тестах листа ивы в сочетании с листом березы, лещины, рябины наиболее предпочтительным кормовым растением, согласно результатам G-теста на независимость, явилась береза (табл. 8).

При анализе пищевой избирательности у только что отродившихся гусениц, которым предлагались в парных тестах на выбор лист лещины в сочетании с листом березы, ивы, рябины, статистически достоверно установлено, что береза оказалась наиболее предпочтительным кормовым растением (табл. 9).

Таблица 6

**Избирательность кормового растения свежеотродившимися гусеницами
дубового шелкопряда в парных тестах с рябиной**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (рябина)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Береза	5	45	50	10,0	№ 1 – 527,2 № 2 – 1277,7 № 3 – 751,6 G – 2,25 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P > 0,05
Ива	6	44	50	12,0	
Лещина	10	40	50	20,0	
Всего	21	129	150	–	
2017					
Береза	4	46	50	8,0	№ 1 – 533,0 № 2 – 1283,4 № 3 – 751,6 G – 2,55 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P > 0,05
Ива	5	45	50	10,0	
Лещина	9	41	50	18,0	
Всего	18	132	150	–	

Таблица 7

**Избирательность кормового растения свежеотродившимися гусеницами
дубового шелкопряда в парных тестах с березой**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (береза)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Ива	29	21	50	58,0	№ 1 – 513,9 № 2 – 1255,7 № 3 – 751,6 G – 19,49 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P < 0,001
Лещина	38	12	50	76,0	
Рябина	47	3	50	94,0	
Всего	114	36	150	–	
2017					
Ива	31	19	50	62,0	№ 1 – 512,3 № 2 – 1258,1 № 3 – 751,6 G – 11,61 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P < 0,01
Лещина	40	10	50	80,0	
Рябина	45	5	50	90,0	
Всего	116	34	150	–	

Таблица 8

**Избирательность кормового растения свежеотродившимися гусеницами
дубового шелкопряда в парных тестах с ивой**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (ива)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Береза	19	31	50	38,0	№ 1 – 452,7 № 2 – 1136,0 № 3 – 691,8 G – 17,20 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P < 0,001
Лещина	25	15	50	62,5	
Рябина	39	11	50	78,0	
Всего	83	57	150	–	
2017					
Береза	20	30	50		№ 1 – 450,6 № 2 – 1135,6 № 3 – 891,8 G – 13,70 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P < 0,01
Лещина	24	16	40		
Рябина	38	12	50		
Всего	82	58	140	–	

Таблица 9

**Избирательность кормового растения свежеотродившимися гусеницами
дубового шелкопряда в парных тестах с лещиной**

Новое растение	Осталось (экз.) на предлагаемом растении (лещина)	Перешло (экз.) на новое растение	Общее число гусениц	% оставшихся на предлагаемом растении	Результаты G-теста на независимость
2016					
Береза	11	39	50	22,0	№ 1 – 461,5 № 2 – 1036,0 № 3 – 632,8 G – 26,37 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P < 0,001
Ива	15	15	30	50,0	
Рябина	36	14	50	72,0	
Всего	62	68	130	–	
2017					
Береза	8	42	50	16,0	№ 1 – 506,7 № 2 – 1239,8 № 3 – 751,6 G – 36,99 df – 2 G _{крит} = 5,99146 P < 0,001
Ива	12	38	50	24,0	
Рябина	35	15	50	70,0	
Всего	55	95	150	–	

Итак, только что отродившиеся гусеницы дубового шелкопряда проявили пищевую избирательность из четырех предлагаемых растений к двум – березе и иве.

Заключение. На основании проделанных опытов можно сделать вывод о том, что трофическая индукция возможна у олигофага – дубового шелкопряда, но она возникает не к любому растению, так же как и у полифага – непарного шелкопряда. Выработка трофической индукции у дубового и непарного шелкопрядов происходит только к подходящим по питательности и другим химическим характеристикам кормовым растениям. В опытах с дубовым шелкопрядом из четырех предлагаемых растений (рябины, березы, ивы, лещины) трофическая индукция выработалась только к двум – березе и иве. В опытах с непарным шелкопрядом из пяти предложенных растений (яблони, рябины, березы, ивы, лещины) трофическая индукция выработалась также только к двум растениям – яблоне и рябине. Выбор наиболее оптимальных кормовых растений из предложенного спектра растений у олигофага – дубового шелкопряда и полифага – непарного шелкопряда специфичен, сходство отсутствует. Для непарного шелкопряда оптимальными кормовыми растениями служат те, которые для дубового шелкопряда или вообще неприемлемы (яблоня), или относятся к пессимальным растениям (рябина).

Это интересные результаты, свидетельствующие о видовой специфичности трофического поведения гусениц изученных видов дендрофильных чешуекрылых. На основании полученного по изучению сравнительной способности к выработке трофической индукции у чешуекрылых-олигофагов и полифагов на примере дубового и непарного шелкопрядов можно сделать следующий вывод: для данных конкретных видов на этом наборе кормовых растений способность к выработке трофической индукции в одинаковой мере присуща как полифагу, так и олигофагу. Преимущества в выработке трофической индукции у полифага – непарного шелкопряда по сравнению с олигофагом – дубовым шелкопрядом мы не обнаружили. Решающим фактором в выработке пищевой избирательности кормового растения гусеницами как непарного, так и дубового шелкопряда, по нашим данным, является благоприятный химизм кормового растения, а не длительность питания на нем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hanson, F.E. Comparative studies on induction of choice preferences in lepidopterous larvae / F.E. Hanson. – Symp. Biol. Hung. – 1976. – Vol. 16. – P. 71–77.
2. Баранчиков, Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых / Ю.Н. Баранчиков. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1987. – 171 с.
3. Кузнецов, В.И. Вопросы приспособления чешуекрылых к новым пищевым условиям / В.И. Кузнецов // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1952. – Т. 11. – С. 166–181.
4. Wiklund, C. Host plant suitability and the mechanism of host selection in larvae of *Papilio machaon* / C. Wiklund // Ent. exp. appl. – 1973. – Vol. 16. – P. 232–242.
5. Гецова, А.Б. Роль поведения насекомых в процессе приспособления их к растительной пище / А.Б. Гецова, Л.К. Лозина-Лозинский // Зоол. журнал. – 1955. – Т. 34, вып. 5. – С. 1066–1079.
6. Jermy, T. Induction of specific food preference in lepidopterous larvae / T. Jermy, F.E. Hanson, V.G. Dethier // Ent. exp. appl. – 1968. – Vol. 11. – P. 211–230.
7. Yamamoto, R.T. Induction of hostplant specificity in the tobacco hornworm, *Manduca sexta* / R.T. Yamamoto // J. Insect Physiol. – 1974. – Vol. 20. – P. 641–650.
8. Sokal, R.R. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research / R.R. Sokal, J.F. Rohlf. – New York, 2001. – 887 p.

REFERENCES

1. Hanson, F.E. Comparative studies on induction of choice preferences in lepidopterous larvae / F.E. Hanson // Symp. Biol. Hung. – 1976. – Vol. 16. – P. 71–77.
2. Baranchikov Yu.N. *Troficheskaya spetsializatsiya cheshuyekrylykh* [Trophy Specialization of Lepidoptera], Krasnoyarsk, IliD SO AN SSSR, 1987, 171 p.
3. Kuznetsov V.I. *Trudi instituta Zool. in-t AN SSSR* [Proceedings of the Zoology Institute of the AS of the USSR], 1952, 11, pp. 166–181.
4. Wiklund, C. Host plant suitability and the mechanism of host selection in larvae of *Papilio machaon* / C. Wiklund // Ent. exp. appl. – 1973. – Vol. 16. – P. 232–242.
5. Getsova A.B., Lozina-Lozinski L.K. *Zool zhurnal* [Zoological Journal], 1955, 34(5), pp. 1066–1079.
6. Jermy, T. Induction of specific food preference in lepidopterous larvae / T. Jermy, F.E. Hanson, V.G. Dethier // Ent. exp. appl. – 1968. – Vol. 11. – P. 211–230.
7. Yamamoto, R.T. Induction of hostplant specificity in the tobacco hornworm, *Manduca sexta* / R.T. Yamamoto // J. Insect Physiol. – 1974. – Vol. 20. – P. 641–650.
8. Sokal, R.R. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research / R.R. Sokal, J.F. Rohlf. – New York, 2001. – 887 p.

Поступила в редакцию 14.05.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: kzoolog@vsu.by – Денисова С.И.

Пространственное распределение и структура населения птиц лиственных лесов северо-восточной Беларуси

С.А. Дорофеев, Е.В. Шаврова

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

Условия обитания птиц в различных типах лиственных лесов северо-востока Беларуси различаются тем существеннее, чем значительнее различия в их структуре. Структура насаждений и связанные с ней особенности среды обитания определяют степень экологической дифференциации населения дендрофильных птиц и адаптивные свойства определенных популяций в условиях конкретных биотопов.

Цель статьи – выявление закономерностей пространственного распределения и формирования орнитокомплексов в лиственных лесах северо-восточной Беларуси.

Материал и методы. В основу работы положены исследования эколого-географических особенностей орнитофауны северо-восточной Беларуси и учеты численности и распределения дендрофильных птиц в лесных ландшафтах, проводившиеся в 1999–2017 гг. на территории 12 административных районов Витебской области.

Результаты и их обсуждение. Черты сходства орнитокомплексов и особенности их динамики в одном и том же типологическом ряду лиственных лесов в связи с улучшением условий произрастания свидетельствуют о тесной зависимости видового состава и численности гнездящихся птиц от внутренней структуры древостоев и их возрастных изменений. Максимальное число видов (40–45) и наибольшая средняя плотность населения характерны для насаждений со сложной внутренней структурой: кисличного и снытевого сероольшаников, осинников, пойменного ивняка. Наименьшее число видов (21–25) гнездится в мшистых березняках и таволговых черноольшаниках, а минимальные показатели средней плотности – в осоковых березняках и таволговых сероольшаниках.

Заключение. Лиственные леса северо-восточной Беларуси населяют 73 вида гнездящихся птиц. Средняя плотность населения в основных типологических группах составляет: в березняках – 5,19 пар/га; в осинниках – 5,15; в черноольшаниках – 4,80; в сероольшаниках – 5,93; в ивняках – 6,15. Подавляющее большинство (98–100%) гнездящихся в лиственных лесах видов характерны для европейских смешанных и широколиственных лесов; удельный вес таежных видов не превышает 0,5–3%.

Ключевые слова: орнитокомплекс, гнездование, лиственные леса, типологическая группа, плотность населения.

Spatial Distribution and the Structure of Bird Population in Deciduous Forests of North-Eastern Belarus

S.A. Dorofeyev, E.V. Shavrova

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

Bird habitat in different types of deciduous forests of the North-East of Belarus is differentiated significantly by the variation of their structure. The structure of forests and features of habitat, which are connected with it, distinguish the degree of ecological differentiation of the population of dendrophil birds as well as adaptive properties of some populations in the conditions of definite biotopes.

The purpose of the research is identification of the regularities of spatial distribution and shaping ornithology complexes in deciduous forests of the North-East of Belarus.

Material and methods. The work is based on studies of the ecological and geographical features of the North-Eastern Belarus ornithofauna as well as reports on the number and the distribution of dendrophil birds in forest landscapes, which were conducted in 1999–2017 on the territory of 12 administrative districts of Belarus.

Findings and their discussion. Similarity features of ornithological complexes as well as peculiarities of their dynamics in the same typological row of deciduous forests due to the improvement of their growing conditions indicate close dependence of the

species composition and the number of nesting birds on the inner structure of woods and their age changes. The maximal number of species (40–45) and the highest average population density are typical of woods with a complex inner structure: acidic and tear down fellow alder, aspen woods, floodplain willow. The smallest number of species (21–25) nests in mossy birch woods and wrenched black alder woods, while the minimal indications of average density are in sedge birch woods and wrenched grey alder woods.

Conclusion. 73 species of nesting birds inhabit deciduous forests of the North-Eastern Belarus. Average density of population in the main typological groups is: birch woods – 5,19 pairs/hectare; in aspen woods – 5,15; in black alder woods – 4,80; in grey alder woods – 5,93; in willow – 6,15. The majority (98–100%) of species nesting in deciduous forests are typical of European mixed and deciduous forests; density of taiga species does not exceed 0,5–3%.

Key words: ornithology complex, nesting, deciduous forests, typological group, population density.

Лиственные леса широко распространены по территории региона и занимают 51,9% лесопокрытой площади [1]. Леса этой группы имеют огромное значение для гнездования многих видов дендрофильных птиц. Большой удельный вес лиственных лесов обусловлен интенсивной вырубкой коренных хвойных [2]. Значительное сходство во внутренней структуре основных групп лиственных лесов, распространенных по изучаемому региону равномерно, и населяющих их орнитокомплексов позволяет рассмотреть эту группу насаждений в целом [3].

Наибольшие площади лиственных лесов заняты березняками, на долю которых приходится 25,1% гослесфонда, образованными бородавчатой и пушистой березами. В связи с нетребовательностью к условиям произрастания типологическая структура березняков (особенно бородавчатых) очень разнообразна [4]. Они могут сменять все плакорные типы сосновых и еловых лесов. Преобладают кисличный, осоковый, черничный, орляковый и папоротниковый типы березовых лесов; остальные распространены в виде мелких вкраплений.

Осиновые леса занимают 7,4% лесопокрытой площади. Наличие в осинниках постоянной примеси ели и осины в ельниках, преимущественная смена ели осиной на рубках и соответствие основных типов еловых и осиновых лесов говорят в пользу исторически сложившейся взаимной смены этих двух пород.

Исключительно широкое распространение сероольховых насаждений (7,7% гослесфонда) в северо-восточной Беларуси объясняется благоприятными климатическими и почвенными факторами. Преобладающие типы сероольшаников – злаковый (около 40,0%), кисличный, снытевый и таволговый.

Черноольховые леса (10,5% лесопокрытой площади) произрастают на низинных болотах, вдоль рек – в поймах с хорошо проточными поверхностными и грунтовыми водами. На болотах черноольшаники являются коренными типами леса. Основная масса кисличного и снытевого типов – производные от ельников. Характерные типы черноольшаников: таволговый, осоковый, крапивный, кочедыжниковый, снытевый и кисличный.

Наименьшую лесопокрытую площадь занимают ивняки (до 1,2%), не образующие сплошных зарослей, произрастающие в поймах рек и озер, на низинных и переходных болотах.

Цель статьи – выявление закономерностей пространственного распределения и формирования орнитокомплексов в лиственных лесах северо-восточной Беларуси.

Материал и методы. Исследования по распределению дендрофильных птиц в лесных ландшафтах и эколого-географических особенностей орнитофауны северо-восточной Беларуси, положенные в основу работы, проводились на территории 12 административных районов Витебской области в 1999–2017 гг. стационарно, в период экспедиций и кратковременных полевых выездов.

Учеты численности дендрофильных птиц в лиственных насаждениях различной типологии, структуры и возраста осуществлялись в гнездовой период с 4–5-кратной повторностью традиционными маршрутными и площадными методами во время максимально активных вокализаций: с 5 до 10 часов утра и с 17 до 20 часов вечера [5].

Картографирование плотности и распределения отдельных видов птиц выполнялось на специальных карточках с учетом требований к картографированию зоологических объектов и последующей компьютерной статистической обработкой [6; 7].

Результаты и их обсуждение. Характерная особенность лиственных насаждений региона – их высокая взаимная смешанность, а также значительная примесь к основной лесообразующей породе хвойных пород, привлекающих на гнездование большое количество птиц [8]. Наличие в березовых

насаждениях осины и серой ольхи резко превышает в них численность мелких дуплогнезdnиков. В сорокалетнем березняке черничном, с общей плотностью гнездящихся птиц 4,24 пар/га, вовсе не отмечено дуплогнезdnиков, а в таких же насаждениях с примесью осины на их долю приходится 16,4% общей плотности гнездящихся видов. В лиственных лесах Белорусского Поозерья гнездится 73 вида птиц (табл.).

В чистом кисличном сероольшанике (23-х лет) учтено 4,87 пар/га, а в таком же насаждении с примесью ели и сосны – 7,64. Особенно высокой степенью заселенности птицами в лиственных насаждениях отличается ель. На ней отмечено 46,2% гнезд от числа обнаруженных в березняках, 71,5% – в осинниках, 68,4% – в сероольшаниках.

Максимальное число видов (40–45) характерно для насаждений со сложной внутренней структурой: кисличного и снытевого сероольшаников, осинников, таволгового черноольшаника, пойменного ивняка, приручейно-травяного березняка. Минимальное число видов (21–25) гнездится в мшистых березняках и таволговых сероольшаниках. В пределах одной растительной формации наибольшая типологическая разница в числе гнездящихся видов характерна для березняков (24) и сероольшаников (19) – самых распространенных насаждений. Минимальная типологическая разница отмечена для черноольшаников (10) и ивняков (11).

Максимальные показатели плотности гнездящихся видов приходятся на насаждения со сложной структурой (злаковый и снытевый сероольшаники, снытевый осинник, пойменный ивняк). Типологическая разница в плотности гнездящихся птиц максимальна для ивняков (3,71), сероольшаников (2,12) и осинников (2,00). В березняках она равна 1,64, черноольшаниках – 1,28 (самая минимальная). Наибольшие средние показатели плотности – в пойменном ивняке (7,36), снытевом осиннике (7,01) и снытевом сероольшанике (6,56) пар/га. Минимальные показатели – в осоковых березняках (3,90) и таволговых черноольшаниках (3,84) пар/га.

Первое место по численности во всех растительных формациях занимают зяблик и пеночки (весничка и трещотка), на долю которых приходится от 22,1 до 34,4% средней плотности гнездящихся птиц.

В лиственных молодняках (стадия жердняка) население птиц бедно качественно и количественно. Изреживание древостоев с возрастом и образование многоярусных насаждений ведет к обогащению птичьего населения. В сероольшовом (кисличном) жердняке на 1 га приходится 2,58 пары, в таком же сероольшанике в возрасте 40 лет – 18,63, а в возрасте 55 лет – 23,16 пары. На плотность гнездящихся птиц большое влияние оказывают мозаичность и разобщенность насаждений, приводящие к сильному проявлению «опушечного» эффекта, который в группе лиственных насаждений выражен не менее отчетливо, чем в хвойных.

Подавляющее большинство гнездящихся в лиственных лесах видов характерно для европейских смешанных и широколиственных лесов.

Однако благодаря широкому участию в лиственных насаждениях ели здесь гнездится ряд таежных видов (обыкновенный снегирь, чиж, малая мухоловка, белобровик, рябчик).

Во всех типах лиственных насаждений гнездятся зяблик, пеночка-весничка, черноголовая славка, зарянка, мухоловка-пеструшка, обыкновенная кукушка.

Широкий выбор гнездовых биотопов в этой группе лесов характерен также для буроголовой гаички, зеленой пересмешки, белобровика, пеночки-трещотки, крапивника, лесного конька, иволги, длиннохвостой синицы и др.

Характерные для лиственных лесов более ранние сроки гнездования птиц (на 6–14 дней) обусловлены тем, что благоприятные климатические условия наступают здесь значительно раньше, чем в хвойных лесах.

Лиственные породы хорошо возобновляются семенами и порослью. Вырубки на месте лиственных насаждений, оставленные для естественного возобновления, уже на второй год зарастают молодым подростом. Однако их птичье население в это время почти не отличается от населения открытых вырубок на месте хвойных лесов, с той лишь разницей, что на переувлажненных участках отмечено 14 видов против 8 и 9 на месте еловых и сосновых лесов. Общая плотность птиц здесь заметно выше – 1,60 пары на 1 га.

Таблица

Структура населения и численность птиц, гнездящихся в лиственных насаждениях

	Березняки						Осинники			Сероольшаники			Черноольшаники			Ивняки	
	сны-те-вый	чер-нич-ный	приру-чейно-травя-ной	папо-ротни-ковый	осо-ко-вый	чер-нич-ный	кис-лич-ный	сны-те-вый	кис-лич-ный	злако-вый	кис-лич-ный	сны-те-вый	кислич-ный	тавол-говый	осоко-вый	пой-мен-ный	тавол-говый
1. Белая куропатка	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Тетерев	+	0,01	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
3. Рябчик	-	+	-	-	+	+	0,01	+	0,01	-	+	+	+	-	-	-	-
4. Вяхирь	0,02	0,03	0,02	-	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07	0,04	+	+	-	0,04	0,10
5. Клинтух	-	-	-	-	-	+	0,01	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
6. Обыкновенная горлица	0,01	0,01	0,01	-	-	0,02	0,02	0,02	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
7. Пастушок	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
8. Погоныш	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0,02	-
9. Черныш	-	-	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01	0,02	0,02	-
10. Вальдшнеп	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	+	+	+	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	+
11. Бекас	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-
12. Кряква	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
13. Чирок-свистунок	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
14. Чирок-трескунок	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
15. Черный аист	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
16. Малая выпь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
17. Перепелятник	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
18. Обыкновенный канюк	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
19. Осоед	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл.

20. Малый подорлик	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21. Серая неясыть	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
22. Ушастая сова	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
23. Болотная сова	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
24. Обыкновенная кукушка	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	+
25. Обыкновенный козодой	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
26. Пестрый дятел	0,01	0,02	+	0,01	+	0,05	0,08	0,13	-	+	+	0,01	+	-	-	-	-
27. Белоспинный дятел	-	0,01	+	0,01	-	0,01	0,02	0,01	-	-	+	0,01	0,01	-	-	-	-
28. Малый дятел	-	-	-	-	0,01	0,02	0,01	0,01	-	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	-
29. Серой дятел	-	+	-	0,01	-	-	0,01	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
30. Вертишейка	0,01	0,02	0,01	0,02	-	0,04	0,12	0,12	0,02	0,02	-	-	-	+	-	-	-
31. Серая ворона	-	-	+	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	0,02	-
32. Сорока	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,04	-	-	-	0,06	0,08	0,16	0,20
33. Сойка	-	0,02	0,01	-	-	0,01	0,04	0,02	-	0,03	0,04	-	-	-	-	-	-
34. Обыкновенный скворец	0,01	-	0,02	-	-	0,02	0,04	0,02	-	0,04	0,02	-	-	-	-	-	-
35. Иволга	0,10	0,14	0,12	0,09	-	0,17	0,12	0,12	0,10	0,07	0,08	0,06	0,04	0,02	0,02	0,08	0,10
36. Обыкновенный дубонос	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0,03	0,02	-	-	-	-	-	-
37. Чиж	-	-	-	-	-	0,02	0,02	+	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-
38. Обыкновенная чечевича	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,04	0,03	0,24	0,20	0,20
39. Обыкновенный снегирь	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	0,04	0,02	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл.

40. Зяблік	0,8	0,91	0,98	0,89	0,60	0,93	1,04	1,12	1,05	1,26	1,12	0,50	0,44	0,32	0,64	0,80
41. Тростниковая овсянка	–	–	–	–	0,10	–	–	–	–	–	–	–	0,12	+	0,16	0,20
42. Лесной конек	0,20	0,28	0,36	0,18	0,30	0,17	0,24	0,13	0,40	0,28	0,16	0,15	0,08	0,08	0,16	0,10
43. Обыкновенная пищуха	–	0,07	–	–	–	–	0,04	0,12	–	–	0,02	0,02	–	–	–	–
44. Обыкновенный поползень	0,10	0,07	0,03	–	–	0,09	0,08	0,12	–	0,02	0,04	0,02	–	0,02	–	–
45. Большая синица	0,10	0,14	0,06	0,07	–	0,06	0,08	0,13	0,10	0,05	0,08	0,07	0,04	–	0,08	–
46. Обыкновенная лазоревка	–	–	+	0,01	–	–	–	0,12	–	–	0,02	0,04	–	0,08	0,08	0,10
47. Черноголовая гаичка	0,10	0,07	0,06	0,04	0,10	0,02	0,04	–	–	0,03	0,04	0,15	0,04	0,08	0,08	+
48. Буроголовая гаичка	0,20	0,21	0,12	0,18	–	0,26	0,20	0,25	0,15	0,18	0,16	0,30	0,08	0,16	0,16	0,10
49. Длиннохвостая синица	0,10	0,07	0,06	0,05	0,03	0,08	0,08	0,12	0,05	0,14	0,08	0,06	0,04	0,08	0,08	0,10
50. Обыкновенный жулан	–	–	–	–	0,10	–	–	–	0,13	–	–	–	–	0,08	0,16	–
51. Серая мухоловка	0,20	0,14	0,12	0,08	0,10	0,09	0,16	0,12	0,15	0,07	0,08	0,03	0,08	0,08	0,08	–
52. Мухоловка- пеструшка	0,20	0,21	0,12	0,13	0,10	0,17	0,16	0,25	0,10	0,07	0,16	0,15	0,32	0,16	0,08	0,20
53. Малая мухоловка	–	0,17	–	–	–	0,03	0,08	0,12	–	–	0,02	0,06	0,08	–	–	–
54. Пеночка- весничка	0,50	0,42	0,72	0,54	0,80	0,51	0,38	0,71	1,05	0,77	0,64	0,60	0,52	0,8	1,04	0,70
55. Пеночка- трещотка	0,60	0,49	0,42	0,81	0,30	0,85	0,92	0,72	0,60	0,84	0,96	0,45	0,36	0,08	–	0,20

Окончание табл.

56. Пеночка-теньковка	0,20	0,34	0,24	0,18	0,10	0,17	0,08	–	0,15	0,14	0,18	–	–	0,08	0,40	0,10
57. Зеленая пересмешка	0,20	0,14	0,24	0,09	0,10	0,05	0,12	0,25	0,15	0,28	0,16	0,15	0,12	0,16	0,24	0,20
58. Речной сверчок	–	–	0,06	–	0,10	–	–	–	–	–	–	–	–	0,16	0,24	0,20
59. Болотная камышевка	–	–	0,12	–	0,20	–	–	–	–	–	–	–	0,24	0,32	0,56	0,40
60. Камышевка-барсучок	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,40	0,56	0,10
61. Ястребиная славка	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,05	0,16	–
62. Садовая славка	0,10	0,07	0,12	–	–	0,09	0,08	0,12	0,15	0,07	–	–	–	–	0,24	0,10
63. Черноголовая славка	0,40	0,55	0,18	0,18	0,20	0,41	0,40	0,48	0,40	0,49	0,56	0,30	0,28	0,16	0,16	0,30
64. Белобровик	0,10	0,14	0,12	0,09	0,10	0,17	0,12	0,12	0,15	0,14	0,24	0,20	0,12	0,08	0,08	0,20
65. Певчий дрозд	0,20	0,35	0,24	0,18	–	0,24	0,36	0,37	0,15	0,21	0,32	0,15	0,12	–	–	–
66. Черный дрозд	0,10	0,07	0,12	0,08	0,10	–	0,08	0,25	–	0,03	0,08	0,15	0,08	–	0,16	0,10
67. Рябинник	–	–	0,18	–	–	–	–	–	0,50	0,07	0,24	–	–	–	0,24	–
68. Обыкновенная горихвостка	0,10	0,14	0,06	0,08	–	0,17	0,16	0,12	0,05	0,07	0,16	–	0,04	–	–	–
69. Обыкновенный соловей	–	–	0,12	–	0,10	–	–	–	0,20	–	–	–	–	0,24	0,40	0,20
70. Варакушка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,16	0,24	–
71. Зарянка	0,30	0,28	0,24	0,18	0,20	0,25	0,32	0,25	0,35	0,28	0,32	0,30	0,16	0,08	0,16	0,10
72. Лесная завирушка	0,06	–	–	0,08	–	–	0,08	0,12	–	0,07	0,08	0,07	0,08	–	–	0,10
73. Крапивник	0,40	0,35	0,18	0,22	0,10	0,34	0,44	0,36	–	0,14	0,32	0,23	0,20	0,16	0,08	0,20
Число видов птиц	30	33	35	30	28	33	40	33	27	33	35	29	29	32	37	26
Плотность на га	5,46	5,97	5,54	4,53	3,90	5,55	6,34	7,01	6,50	6,12	6,56	4,30	3,84	4,29	7,36	5,40

Для вырубок на месте мелколиственных насаждений характерна высокая численность птиц в сероольшаниках, имеющих широкое распространение, сильную мозаичность и значительную примесь хвойных и лиственных пород. Типологическая разница в числе видов птиц в сероольховых насаждениях десятилетнего возраста равна 11 по сравнению с березняками, 12 – осинниками, 10 – черноольшаниками; в возрасте 18 лет – соответственно 12, 7 и 8. Средняя плотность птиц в четырехлетних сероольшаниках – 2,22; 10 лет – 4,50; 18 лет – 5,40 пар/га.

В видовом и количественном отношении население птиц молодых черноольшаников значительно беднее, здесь заметно участие ряда болотных видов (чирок-свистун, болотная камышевка).

В лиственных молодняках численно доминируют зяблик, пеночка-весничка, пеночка-трещотка и лесной конек. Для сероольшаников характерна также значительная численность рябинника, в черноольшаниках и березняках – славки черноголовой.

Распределение гнездящихся в лиственных лесах видов по местам гнездования и добычи корма обнаруживает ту же закономерную связь со структурой древостоев, что и в основных типах еловых и сосновых насаждений [9]. Обращает на себя внимание обилие в лиственных лесах видов-дуплогнездников, которые заселяют их с раннего возраста. Отмечено, что интенсивная рубка лиственных лесов оказывает благоприятное влияние на мелких дуплогнездников (синиц), численность и видовое разнообразие которых здесь только увеличивается.

Лиственные породы имеют мягкую древесину и высокую дуплистость. Это особенно сильно выражено в осиновых и ольховых лесах, где, начиная с 15-летнего возраста, появляется большое количество благоприятных для гнездования дуплогнездников фауных деревьев, сухостоя и валежника.

От числа всех известных нам дупел, обнаруженных в лиственных лесах региона, 65,2% приурочены к осине и 29,8% – к серой и черной ольхе. Исключительно редко дупла устраиваются в березе, отличающейся высокой прочностью древесины.

Горизонтальное распределение видов, сооружающих гнезда на деревьях, в чистых типах насаждений имеет особенности, связанные с возрастными изменениями архитектоники основной породы. В насаждениях в возрасте 5–10 лет (сероольшаник кисличный, осинник снытевый) подавляющее большинство гнезд зяблика обнаружено на высоте 1,5–3 м.

Разнотипность гнездовых точек у наиболее массовых видов (зяблик, рябинник и др.) хорошо выражена даже в пределах одного и того же биотопа. В снытевом сероольшанике (15 лет) в июне 2009 года (стац. Городище, Городокский район) отмечено большое разнообразие (9) гнездовых точек в колонии рябинника.

Чрезвычайно высокую заселенность птицами в лиственных лесах имеет ель, находящаяся как в нижнем горизонте, так и в основном ярусе, несколько меньшую (29,1%) – сосна.

Малочисленность и отсутствие в молодых и средневозрастных лиственных лесах дневных хищников и сов – следствие неблагоприятных условий гнездования: отсутствие высоковозрастных насаждений, с которыми они экологически тесно связаны.

Изучение питания гнездящихся в лиственных лесах птиц и их гнездовых птенцов показало, что встречаемость среди кормовых объектов беспозвоночных животных, связанных с лиственными насаждениями, выражена здесь в той же степени, что и в хвойных – большинство видов добывает корм в гнездовом биотопе и лишь 5–7% видов – в соседних. Это обстоятельство обусловлено более высокой биомассой и видовым разнообразием беспозвоночных, а значит и возможностью их выбора.

Лиственные леса по своим защитным условиям для гнездящихся птиц стоят позади сосняков и особенно ельников. Гладкие стволы и редкие ветви делают гнезда зяблика, дроздов, зеленой пересмешки и др. хорошо заметными до времени распускания листвы, после чего их обнаружить значительно труднее. В кисличном сероольшанике 12 лет (стац. Веречье, Городокский район) за один день 10 мая 2007 года на площади в 3,5 га было обнаружено 12 гнезд рябинника, 4 – зяблика, 2 – сороки, 2 – вяхиря и 1 – серой вороны. Неслучайно поэтому, что до распускания листвы от хищников здесь гибнет основная масса гнезд.

Размеры гнездовых участков у птиц, гнездящихся в лиственных лесах, варьируют в широких пределах. Определяющую роль здесь имеет структура древостоев, но вследствие значительной пестроты насаждений четких типологических различий в размерах участков не выявлено. Большие размеры участков характерны для жердняковых стадий лиственных насаждений, меньшие – для густых мо-

лодняков и старых древостоев с хорошо развитым подлеском. Так, средняя площадь гнездовых участков зяблика в молодом снытевом сероольшанике ($n=4$) – 2050 кв.м, в таком же типе насаждений 18 лет ($n=3$) – 4120, а в возрасте 45 лет с густым подлеском ($n=5$) – 2240. Вероятно, на размеры участка влияет не столько сложность структуры древостоя в целом, сколько сложность структуры определенных его горизонтов, имеющих наибольшее значение для жизни особей вида в каждом конкретном биотопе. В лиственных лесах обитают преимущественно виды, имеющие небольшие индивидуальные участки.

Заключение. В лиственных лесах северо-восточной Беларуси установлено гнездование 73 видов птиц. Их средняя плотность в березняках – 5,19 пар/га; в осинниках – 5,15; в черноольшаниках – 4,80; в сероольшаниках – 5,93; в ивняках – 6,15. Типологическая разница в числе видов птиц в березняках равна 24, в осинниках – 17, в черноольшаниках – 10, в сероольшаниках – 19, в ивняках – 11.

Подавляющее число гнездящихся видов характерно для широколиственных лесов, удельный вес которых в отдельных типах лиственных лесов достигает 98–100%. Таежные виды (0,5–3%), гнездящиеся в лиственных лесах, приурочены преимущественно к сероольшовым древостоям – зональным (таежным) растительным формациям или древостоям со значительным участием ели. Подавляющее большинство охваченных учетами типов лиственных лесов (20–22) населяет 13 видов птиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесное хозяйство [Электронный ресурс] / Витебский областной исполнительный комитет. – Режим доступа: <http://vitebsk-region.gov.by/ru/forestry-ru/>. – Дата доступа: 14.09.2018.
2. Дорофеев, А.М. Гнездящиеся птицы Городокской гряды (эколого-фаунистический обзор) / А.М. Дорофеев // Животный мир Белорусского Поозерья. – Минск, 1970. – Вып. 1. – С. 37–79.
3. Долбик, М.С. Ландшафтная структура орнитофауны Беларуси / М.С. Долбик. – Минск: Наука и техника, 1974. – 312 с.
4. Голод, Д.С. Растительные ресурсы Беларуси, их состояние и рациональное использование / Д.С. Голод // Природные ресурсы. – 1999. – № 1. – С. 88–101.
5. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66–75.
6. Бибби, К. Методы полевых экспедиционных исследований / К. Бибби, М. Джонс, С. Мардсен // Исследования и учеты птиц. – М.: Союз охраны птиц России, 200. – 186 с.
7. Берлянт, А.М. Картографический метод исследования / А.М. Берлянт. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 252 с.
8. Тарлецкая, Р.Ю. Геаграфічны і тыпалагічны асаблівасці структуры насельніцтва вераб'іных птушак у лясах Беларусі / Р.Ю. Тарлецкая // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. – 1983. – № 2. – С. 98–102.
9. Дорофеев, С.А. Закономерности пространственного распределения и формирования орнитокомплексов сосновых лесов Белорусского Поозерья / С.А. Дорофеев // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси: сб. ст. XI Зоол. междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 1–3 нояб. 2017 г.: в 2 т. / редкол.: О.И. Бородин [и др.]. – Минск: Издатель А.Н. Вараксин, 2017. – Т. 1. – С. 119–128.

REFERENCES

1. Lesnoye khoziaistvo [Forest Management], Vitebsk Region Administration, Available at: <http://vitebsk-region.gov.by/ru/forestry-ru/>. – Accessed: 14.09.2018.
2. Dorofeyev A.M. Zhiivotni mir Belorusskogo Poozeriya. Vyp. 1, [Animal World of Belarusian Poozeriye], 1, Mn., 1970, P. 37–79.
3. Dolbik M.S. Landshaftnaya struktura ornitofauni Belarusi [Landscape Structure of the Ornithofauna of Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1974, 312 p.
4. Golod D.S. Prirodnye resursi [Natural Resources], 1999, 1, P. 88–101.
5. Ravkin Yu.S. Priroda ochagov kleshchevogo entsefalita na Altaye [Nature of Encephalitis Hotbeds in Altai], Novosibirsk, Nauka, 1967, P. 66–75.
6. Bibbie K., Jones M., Mardsen S. Issledovaniya i ucheti ptits [Studies and Registering Birds], M., Soyuz okhrani ptits Rossii, 200, 186 p.
7. Berliant A.M. Kartograficheski metod issledovaniya [The Mapping Method of research], M., Izd-vo MGU, 1988, 252 p.
8. Tarletskaia R.Yu. Vestsi AN BSSR. Ser. Biyal. Navuk [Journal of ASC of the BSSR. Biological Sciences], 1983, 2, P. 98–102.
9. Dorofeyev S.A. Aktualniye problemi zoologicheskoi nauki v Belarusi: Sbornik statei XI Zoologicheskoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, priurochennoi k desiatiletiyu osnovaniya GNPO «NPTs NAN Belarusi po bioresursam», Belarus, Minsk, 1–3 noyabria 2017 g. [Current Issues of Zoological Science in Belarus: Proceedings of the XI Zoological International Scientific and Practical Conference, Belarus, Minsk, November 1–3, 2017], Minsk, Izdatel A.N. Varaksin, 2017, P. 119–128.

Поступила в редакцию 28.09.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: miro-slavab@mail.ru – Дорофеев С.А.

Эволюционные всплески в мире растений

П.Ю. Колмаков, Е.В. Антонова

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

Консортивные комплексы рассмотрены как «непрерывный процесс» в природе, который «существует всегда» и потому стремится к более полной интеграции совершенно разных, но равноправных в отношениях друг с другом организмов. Как только протекающие в комплексах биохимические, физиологические и экологические процессы перестают быть фрагментированными, более или менее автономными, тогда происходит «эволюционный всплеск» – образование нового организма, функционально целостного во всех отношениях.

Цель работы – на примере консортивных комплексов отразить существующее функциональное динамическое равновесие в природе в эволюционном аспекте.

Материал и методы. Материал исследования – микоризные корневые окончания Ели обыкновенной *Picea abies* (L.) Karst. (семейство Pinaceae Lindl.). Использован описательно-сравнительный метод: аналитический эксперимент в научно-исследовательской лаборатории.

Результаты и их обсуждение. Функциональное динамическое равновесие в природе рассмотрено на примере трех консортивных комплексов. Стерильные элементы гимениального слоя грибного компонента выполняют не только защитную, но и выделительную функцию в корневом окончании, что благотворно влияет на улучшение условий ризосферы, привлечение почвенных микроорганизмов в консортивные взаимосвязи и расширение комплекса «дерево–гриб–микроорганизмы» для повышения устойчивости динамического равновесия в природе. Грибной компонент не может приступить к размножению без физиологической связи с растительным организмом. Эволюция грибного и растительного компонентов движется по сходным схемам развития. Гриб находится на другой эволюционной ступеньке и отличается большей экологической пластичностью. Поэтому грибной компонент быстрее, чем растительный, реагирует на изменение условий окружающей среды, тем самым подталкивая к физиологическим изменениям в растительном организме. Глубокая интеграция путей обмена растительного и грибного компонентов соответствует требованию «функционального динамического равновесия в природе».

Заключение. Установлена причина проникновения грибного компонента в осевой цилиндр: гарантированное поступление углеводов для обмена веществ. Дозированное проникновение грибного компонента в осевой цилиндр обусловлено необходимостью доставки ауксинов и гиббереллинов в точку роста растений. Формирование чехла происходит после того, когда грибной компонент проникает и «осваивается» в тканях корневого окончания. Чехол необходим для перехода грибного компонента к стадии телеоморфы. Рыхлый наружный слой, возможно, способствует взаимопроникновению микроорганизмов и гифальных структур грибного компонента, что помогает устойчивости «динамического равновесия» и активизации деятельности почвенной биоты. В данном случае происходит сочетание различных видов динамического равновесия: топического, экологического, функционального. Смысл образования консортивных комплексов – это расширение экологической амплитуды взаимодействующих организмов. Трансформация экологической амплитуды приводит к «адаптивному всплеску» – основной причине возникновения подобных взаимоотношений в природе.

Ключевые слова: консортивные комплексы, эволюционные всплески, микориза, динамическое равновесие, интеграция разных организмов, ризосфера.

Evolution Splashes in the World of Plants

P.Yu. Kolmakov, E.V. Antonova

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

Consort complexes are considered as «a continuous process» in nature which «exists always» and thus strives for more complete integration of absolutely different but equal in regard to each other organisms. As soon as biochemical, physiological and ecological processes, which take place in complexes, stop being fragmented, more or less autonomous, «evolution splash» occurs – formation of a new organism, functionally wholesome in all aspects.

The purpose of the work is to present the existing functional dynamic balance in nature, from the point of view of the evolution aspect, on the example of consort complexes.

Material and methods. The research material is mycorrhiza root endings of *Picea abies* (L.) Karst. (the family of Pinaceae Lindl.). The descriptive and comparative methods of analytical experiment in a research laboratory are used.

Findings and their discussion. Functional dynamic balance in nature is considered on the example of three consort complexes. Sterile elements of the hymenial layer of fungal component perform not only protective but also distinguishing functions in the root ending which facilitates the improvement of the conditions of rhizosphere and attraction of soil microorganisms into consort interrelations as well as widening the complex of tree-fungus-microorganism to increase the stability of nature dynamic balance. The fungi component can't start breeding without physiological link with the plant organism. Evolution of the fungi and plant components follows the similar development schemes. The fungus is on another evolution step and possesses bigger ecological plasticity. That is why the fungus component reacts faster than the plant one to changes in the environment conditions and thus encourages physiological changes in the plant organism. Deep integration of the exchange ways of the plant and fungus components corresponds to the requirement of the «functional dynamic balance in nature».

Conclusion. The reason why the fungus component penetrates into the axis cylinder becomes evident. It is guaranteed carbon penetration for metabolism. The dozed penetration of the fungus component into the axis cylinder is due to the necessity of carrying auxins and gibberellins into the growth point of plants. The formation of the case takes place after the fungus component penetrates and «feels comfortable» in root endings tissues. The case is needed for the transition of the fungus component to the stage of teleomorph. The loose outer layer, probably, encourages the interpenetration of microorganisms and hyphal structures of the fungus component, which facilitates the stability of «dynamic balance» and activation of soil biota. In this case composition of different types of dynamic balance takes place: the topic, the ecological, the functional. The idea of shaping consort complexes is widening the ecological amplitude of interacting organisms. The transformation of the ecological amplitude results in an «adaptive splash», the main reason of the emergence of such interrelations in nature.

Key words: consort complexes, evolution splashes, mycorrhiza, dynamic balance, integration of different organisms, rhizosphere.

Актуальной задачей современной биологии является синтез эволюционной теории и учения о биосфере [1]. Ориентация на фрактальные аналогии, родственность качественно различных явлений, поиск единого во многом является сегодня магистральным направлением научного познания. Наличие в мире вертикальной и горизонтальной масштабной инвариантности, структурной и функциональной похожести качественно разнородных объектов дает возможность сведения сложного к простому в допустимых границах. Именно фрактальное устройство мира позволяет представлять онтогенез в виде логически свернутого во времени филогенеза, создавать эскизный портрет развитого организма на базе изучения всего лишь одной его клетки [2].

Функциональная дифференциация возникла с появлением живого на Земле. Она совершается там, где идет развитие, ибо связана с наибольшим совершенствованием тела для осуществления процессов жизнедеятельности. Достигается это хорошо организованным разделением труда между частями тела. Основные структуры и механизмы для выполнения жизненных растительных функций возникли у зеленых водорослей. Они унаследованы. В последующем развитии происходило лишь совершенствование действия и строения этого аппарата в разных ветвях мира растений. И дифференциация клетки организма – фотосинтетика, и начало гистологической дифференциации у многоклеточных возникли еще на водорослевом уровне развития растительной жизни на Земле, как отработаны были и многие механизмы, управляющие жизнедеятельностью растений. Появление высших сухопутных растений – показатель огромных возможностей развития, свойственных живому существу. Поэтому перестройка тела водных растений для условий жизни в чуждой, сухопутной среде – несомненное проявление наивысшего прогресса в развитии многоклеточных организмов. Полнота физиологического «разделения труда» с помощью разнообразных, сложно построенных органов является показателем прогрессивной эволюции на самом высоком уровне. Перестройка предковой группы растений – водорослей – происходила в условиях наземных, совершенно противоположных тем, где протекала жизнь растений в течение почти 3-х млрд лет [3].

Исследование фактов и механизмов коэволюции между организмами – один из путей синтеза эволюционной теории и учения о биосфере. В симбиотических отношениях с растениями для грибов определяющими являются трофические связи. Филогенетические и экологические последствия коэволюции грибов с растениями прослеживаются как в исторической ретроспективе, так и при анализе синфизиологических связей этих организмов в современных экосистемах [4].

В дальнейшем благодаря коэволюции комплексы разнородных организмов все больше будут подходить к единому организму с более совершенным строением функциональных структур в эволюционном и физиологическом плане. Главное в данных взаимоотношениях будет играть «динамическое равновесие» между партнерами на разных этапах онтогенетических изменений [5]. Различные виды динамического равновесия формируются в пределах природных зон, подзон, растительных сообществ.

ществ, консорций, но везде в основе лежат взаимодействия функциональных партнеров, находящихся в динамических и устойчивых взаимоотношениях.

Большинство современных консортивных комплексов сложно назвать функционально целостным организмом: не существует полностью единых циклов обмена веществ, хотя ключевые обменные процессы в принципе одинаковы и достаточно интегрированы друг в друга в результате «динамического равновесия»; нет единых анаморф и телеоморф; зачастую экология каждого из компонентов слишком отлична. Но едино лишь то, что экологическая амплитуда консортивных комплексов сильно расширяется и трансформируется, что приводит к «адаптивному всплеску» – основной причине возникновения подобных взаимоотношений в природе. Тому пример – наличие огромного количества видов космополитов и убиквистов.

При анализе консортивных комплексов целесообразно рассматривать данное явление как «*непрерывный процесс*» в природе, который «*существует всегда*» и потому стремится к более полной интеграции совершенно разных, но равноправных в отношениях друг с другом организмов. Как только протекающие в комплексах биохимические, физиологические и экологические процессы перестают быть фрагментированными, более или менее автономными, тогда происходит «*эволюционный всплеск*» – образование нового организма, функционально целостного во всех отношениях.

На заре эволюции была маленькая стела и большой объем паренхиматизированной коры в телах первых наземных растений. И вот через много лет вновь отмечается маленькая стела в импактной зоне [6], засушливых условиях [7], словно как возврат к исходному состоянию. Хотя по закону Долло о необратимости эволюции такого быть не должно. Ведь в фоновой зоне в результате сформировавшегося достигнутого динамического равновесия иные пропорции стелы и первичной коры [6]. Возможно, в результате девиации (отклонения от прежнего хода развития) и экологического запаса прошлого обнаруженная маленькая стела иллюстрирует дуалистическую реальность и отражает динамизм отношений взаимодействующих партнеров.

При освоении растениями суши при том небольшом биологическом разнообразии, вероятно, был другой «накал» взаимоотношений между организмами. Однако биоэкологическая сущность динамического равновесия не изменилась на протяжении филогенетического развития.

Видимо, маленькую стелу следует рассматривать не с позиций закона Долло, а с точки зрения динамического равновесия.

Основная задача грибных организмов с учетом их трофического статуса – это получение органического углерода с использованием биохимических путей обмена. У современных грибов короткие пути обмена, которые могли остаться в них от далеких предков, и их допустимо назвать реликтивными. В мицелии присутствует ряд ферментов, связанных с биологией высших грибов: целлюлаза, расщепляющая клетчатку древесины до дисахарида целлобиозы; целлобиаза, расщепляющая целлобиозу до глюкозы; ксиланаза, расщепляющая пентозан деревьев; ксилан – до пентозы ксилозы; манназа, расщепляющая пентозан маннан (хвойных деревьев) до маннозы, и др. [8]. Обмен веществ у грибов тесно связан с их трофическим статусом и образом существования. Все перечисленное является верным, но все-таки не самым эффективным способом получения органического углерода в природе. Нет смысла тратить усилия на деструкцию сложных углеродсодержащих соединений, когда через консортивные связи можно «подключиться» к току питательных веществ и получить образующиеся в растении сахара.

Большинство штаммов эктомикоризных грибов имеют слабые способности к росту на сложных полимерах [9], поэтому им проще получить сахара через консортивные связи, а не использовать мощный ферментативный потенциал, как это делают грибные организмы из других эколого-трофических групп.

Существуют и побочные пути обмена у грибного компонента [8], относящиеся к реакциям неполного окисления, заканчивающимся на фазе синтеза кислот трикарбонового цикла и продуктов их трансформации. β -индолилуксусная кислота (вещество из группы ауксинов), образующаяся в грибном компоненте, непосредственно влияет на жизнь и развитие растительного организма. Проникая в точки роста, гетероауксины активизируют деление клеток, вытягивание элементов флоремы в осевом цилиндре, тем самым стимулируют образование проводящей системы растения. Основным источником питания грибов – углеводы и азотистые вещества. Углеводы грибной компонент получает из осевого

цилиндра растительного организма. Грибы с помощью целлюлазы могут использовать как растворимые углеводы, моно- и дисахариды из осевого цилиндра, так и полисахариды клетчатки.

В консортивных взаимоотношениях интеграция путей обмена играет важную роль: получение недостающих веществ от партнера; увеличение поступления необходимых компонентов для более быстрого и качественного развития всей консорции как причины расширения своей «экологической амплитуды», как самоцели всей «системы». При всей сложившейся обстановке, каждый из компонентов консорции готов «пожертвовать» своей «функциональной свободой» ради «успешного выживания» в изменяющихся условиях окружающей среды.

Так, интеграция обмена органического углерода дает возможность растительному компоненту поддерживать тургор на должном уровне, осуществлять интенсивный клеточный рост, менять при необходимости структуру клеточных стенок, влиять на анатомическое строение флоэмы [7], а грибному компоненту – поддерживать свой рост и развитие. В литературных источниках обсуждается вопрос о контролируемом оттоке сахаров от растения к грибу [9], что доказывает глубокую интеграцию углеродного обмена при консортивных связях.

Эктомикоризные грибы нуждаются в ассоциации с корневыми окончаниями для способности образования плодовых тел [10]. Положительная корреляция между освещенностью и концентрацией углеводов в корневых системах и интенсивностью развития микориз у *Picea* и *Pinus* была обнаружена Э. Бьеркманом в 1942–1956 гг. [11]. Микоризы встречаются практически во всех растительных ассоциациях и оказывают значительное влияние как на растения-фитобионты, так и на весь биогеоценоз в целом. Эктомикоризы в лесных сообществах способны осуществлять связь между растениями не только разных видов, но и принадлежащих к разным ярусам, объединяя их в единую систему с общим оборотом питательных веществ, принимая участие в циклах биогенных элементов [12].

Все вышесказанное демонстрирует «функциональное динамическое равновесие» [5] между грибным и растительным компонентами, отражающее физиологический смысл консортивных связей в природе.

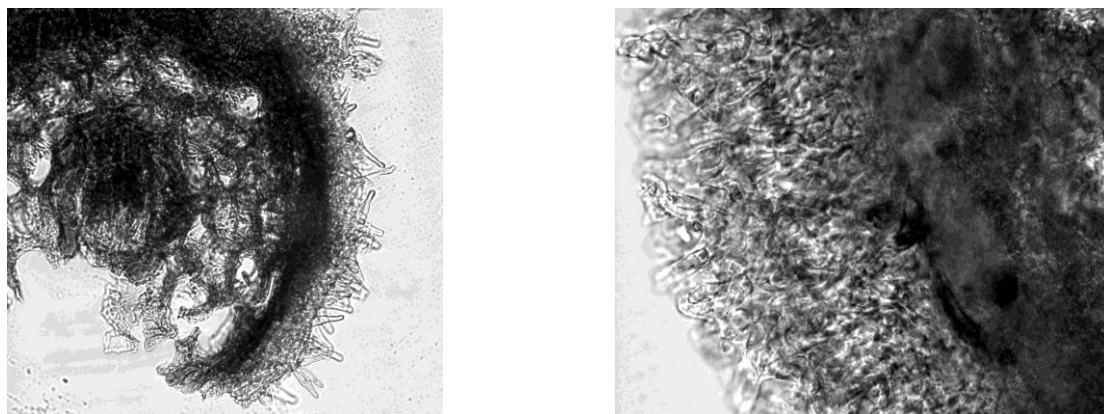
Цель работы – на примере консортивных комплексов отразить существующее функциональное динамическое равновесие в природе в эволюционном аспекте.

Материал и методы. Материал – микоризные корневые окончания Ели обыкновенной *Picea abies* (L.) Karst. (семейство *Pinaceae* Lindl.).

Использован описательно-сравнительный метод: аналитический эксперимент в научно-исследовательской лаборатории.

Методика исследований рассмотрена нами в работе по проникновению грибного компонента в корневые окончания *Picea abies* (L.) Karst. [6].

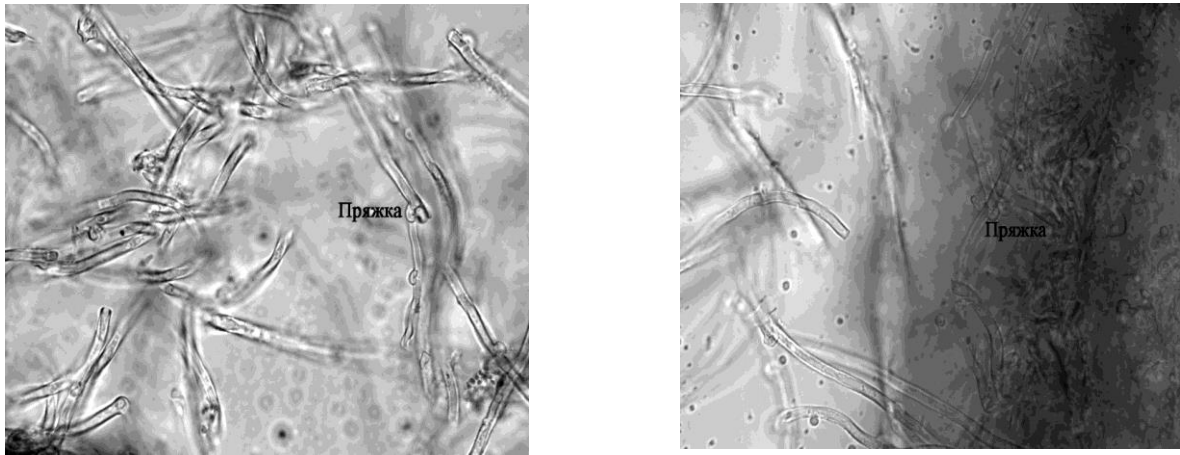
Результаты и их обсуждение. Функциональное динамическое равновесие в природе рассмотрим на примере следующих консортивных комплексов: рис. 1–3.



Функционально-физиологическое сближение организмов: проникновение и обособление грибного компонента в стеле; уменьшение размера стелы; стерильные элементы гимения грибного компонента (элемент стадии телеоморфы).

Рис. 1. Консортивный комплекс 1

Стерильные элементы гимениального слоя грибного компонента выполняют не только защитную, но и выделительную функцию в корневом окончании, что благотворно влияет на улучшение условий ризосферы, привлечение почвенных микроорганизмов в консортивные взаимосвязи и расширение комплекса «дерево–гриб–микроорганизмы» для повышения устойчивости динамического равновесия в природе.



Наличие пружек в наружных гифальных системах чехла. Возможно, пружки возникают при переходе грибного компонента в стадию телеоморфы.

Рис. 2. Консортивный комплекс 2

Хотя в консортивном комплексе нет еще единых анаморф и телеоморф, но микоризообразующий грибной компонент не может приступить к размножению без физиологической связи с растительным организмом.

Пряжки в гифальных элементах грибного компонента сосредоточены в чехле корневом окончанию. Наблюдается функциональное разделение гифальной системы грибного компонента корневом окончанию: везикулы, арбускулы и пелотоны – в первичной коре и осевом цилиндре; стерильные элементы гимения и пружки – в чехле.

Эволюция грибного и растительного компонентов движется по сходным схемам развития.

Этапы формирования консортивного комплекса изображены на рис. 3.

Наличие одиночного, двойного и тройного чехлов или их отсутствие говорит о том, что грибной компонент может быть различным, в отличие от растительного, в пределах одного типа индивидуальной консорции.

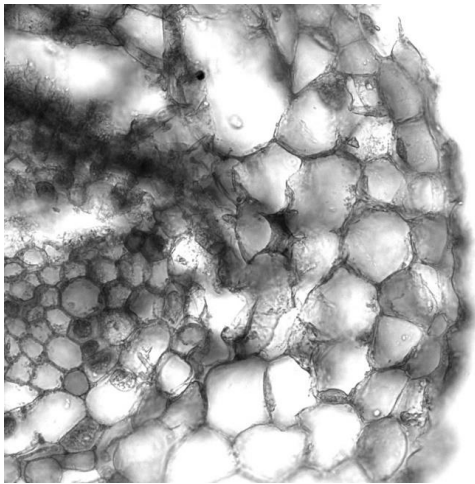
Гриб находится на другой эволюционной ступеньке и отличается большей экологической пластичностью. Поэтому грибной компонент быстрее, чем растительный, реагирует на изменение условий окружающей среды, тем самым подталкивая к физиологическим изменениям в растительном организме. Глубокая интеграция путей обмена растительного и грибного компонентов соответствует требованию «функционального динамического равновесия в природе».

Заключение. Таким образом, становится понятной причина проникновения грибного компонента в осевую цилиндр: гарантированное поступление углеводов для обмена веществ. Грибу нужны углеводы, которыми богаты клетки флоэмы.

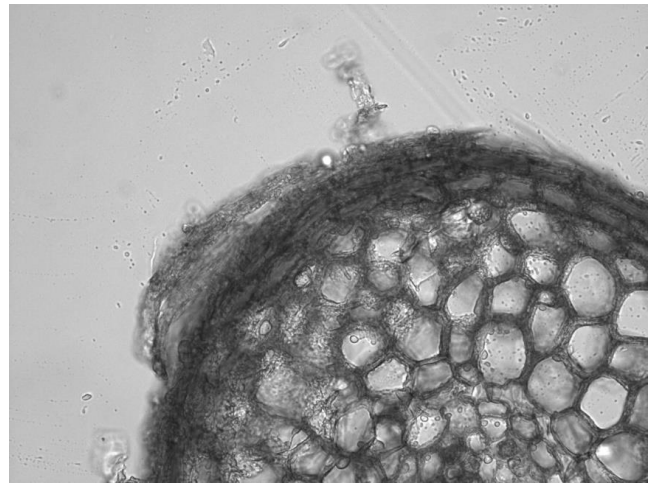
Дозированное проникновение грибного компонента в осевую цилиндр обусловлено необходимостью доставки ауксинов и гиббереллинов в точку роста растений.

Избыток гормонов роста тормозит развитие растительного компонента [13]. Гормоны роста содержатся в грибном компоненте, как в связанном, так и свободном состоянии [9]. Гетероауксины в стеле корня помогают вытягиванию клеток, из которых впоследствии формируется проводящая система.

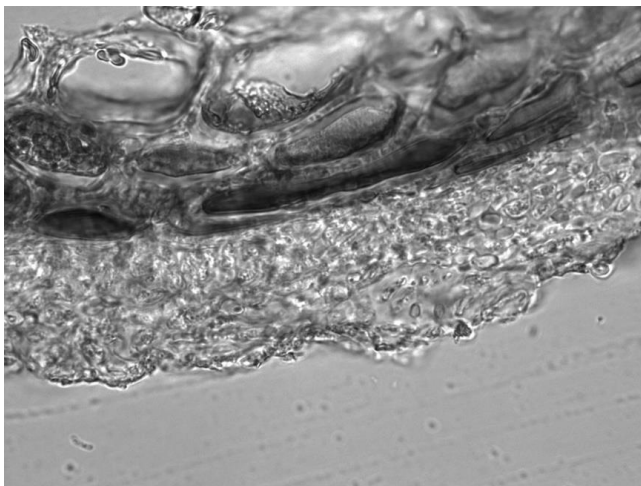
Формирование чехла происходит после того, когда грибной компонент проникает и «осваивается» в тканях корневом окончанию. Чехол необходим для перехода грибного компонента к стадии телеоморфы.



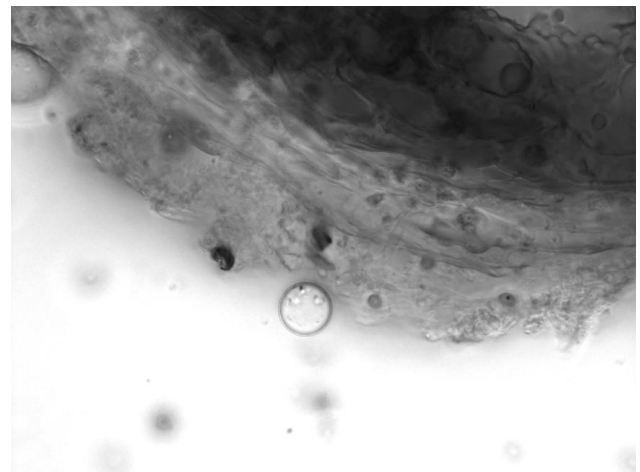
Этап 1



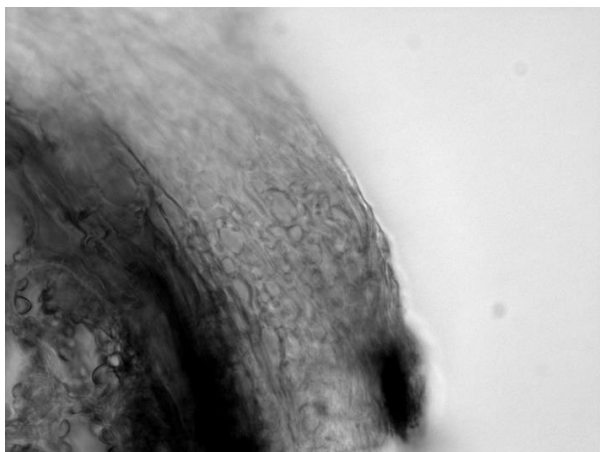
Этап 2



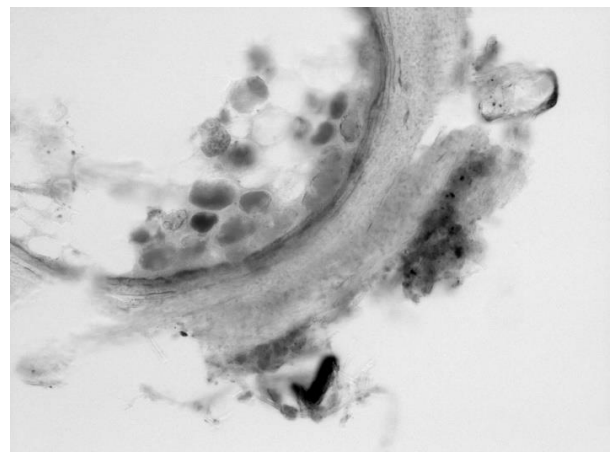
Этап 3



Этап 4



Этап 5



Этап 6

Формирование третьего комплекса связано с образованием чехла. На начальном этапе грибной компонент проникает в сами структуры корневого окончания (этап 1) с дальнейшим образованием отдельных элементов одиночного чехла (этап 2). Впоследствии одиночный грибной чехол (этап 3) получает развитие через двойной (этап 4), двойной переплетенный (этап 5) к тройному с рыхлым наружным слоем (этап 6).

Рис. 3. Консортивный комплекс 3

Рыхлы наружны слой, возможно, способствует взаимопроникновению микроорганизмов и гифальных структур грибного компонента, что помогает устойчивости «динамического равновесия» и активизации деятельности почвенной биоты. В данном случае происходит сочетание различных видов динамического равновесия: топического, экологического, функционального.

В консортивных комплексах взаимодействующие партнеры интегрируются в единый организм в первую очередь на физиологическом уровне.

Несмотря на разную эволюционную дистанцию, Гриб и Растение нуждаются друг в друге для дальнейшего динамического и устойчивого развития в современной экологической обстановке.

Смысл образования консортивных комплексов – это расширение экологической амплитуды взаимодействующих организмов. Трансформация экологической амплитуды приводит к «адаптивному всплеску» – основной причине возникновения подобных взаимоотношений в природе.

Традиционный взгляд на микоризу как поглощающий орган у подавляющего большинства видов растений в природных условиях [11] или современное объяснение микоризы как мультитрофного симбиотического комплекса [12] следует расширить до понимания взаимовыгодного и взаимостимулирующего развития не только грибного, растительного компонентов и микроорганизмов, но и всего биогеоценоза в целом с позиции устойчивого и непрерывного динамического равновесия.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Колчинский, Э.И. Эволюция биосферы / Э.И. Колчинский. – Л., 1981. – 236 с.
2. Слемнев, М.А. Диалектическая природа феномена фрактальности / М.А. Слемнев // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XX(67) Регион. науч.-практ. конф., Витебск, 12–13 марта 2015 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2015. – Т. 1. – С. 309–310.
3. Письякуова, В.В. Элементы морфологической эволюции растений / В.В. Письякуова. – Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1980. – 77 с.
4. Каратыгин, И.В. Козволюция грибов и растений / И.В. Каратыгин. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 118 с.
5. Колмаков, П.Ю. Динамическое равновесие в природе на примере консортивных связей *Picea abies* (L.) Karst. / П.Ю. Колмаков, Е.В. Антонова // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2018. – № 3(100). – С. 35–40.
6. Колмаков, П.Ю. Проникновение грибного компонента в корневые окончания *Picea abies* (L.) Karst. / П.Ю. Колмаков, Е.В. Антонова // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2017. – № 4(97). – С. 40–47.
7. Rainer-Lethaus, G. Phloem girdling of Norway Spruce alters quantity and quality of wood formation in roots particularly under drought / G. Rainer-Lethaus, W. Oberhuber // Frontiers in Plant Science. – 2018. – Vol. 9. – Article 392.
8. Титаев, А.А. Биология высших грибов / А.А. Титаев. – М.: Наука, 1976. – 72 с.
9. Шиврина, А.Н. Биологически активные вещества высших грибов / А.Н. Шиврина. – М.–Л.: Наука, 1965. – 200 с.
10. Romell, L.G. A trenching experiment in spruce forest and bearing on the problems of mycotrophy / L.G. Romell // Svensk Botanisk Tidskrift. – 1938. – Bd. 32. – S. 89–99.
11. Смит, С.Э. Микоризный симбиоз / С.Э. Смит, Д.Д. Рид. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 776 с.
12. Воронина, Е.Ю. Влияние эктомикориз ели и березы на структуру комплексов почвообитающих микроорганизмов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Ю. Воронина. – М., 2008. – 27 с.
13. Гетероауксин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гетероауксин>. – Дата доступа: 17.12.2018.

R E F E R E N C E S

1. Kolchinski E.I. *Evolutsiya biosferi* [Evolution of Biosphere], L., 1981, 236 p.
2. Slemnev M.A. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: Materiali XX(67) Region. nauch.-prakt. konf., Vitebsk, 12–13 marta 2015 g. V 2-kh t. Vit. gos. un-t* [Science – to Education, Production, Economy: Proceedings of the 20th (67) Regional Scientific and Practical Conference, Vitebsk, March 12–13, 2015, 2 Volumes, Vitebsk State University], Vitebsk, VGU im. P.M. Masherova, 2015, 1, pp. 309–310.
3. Pisyaukova V.V. *Elementi morfologicheskoi evolutsii rastenii* [Elements of Morphological Evolution of Plants], Ln.: LGPI im. A.I. Gertsena, 1980, 77 p.
4. Karatygin I.V. *Koevolutsiya gribov i rastenii* [Co-evolution of Fungi and Plants], St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993, 118 p.
5. Kolmakov P.Yu., Antonova E.V. *Vesnik VDU* [Journal of VSU], 2018, 3(100), pp. 35–40.
6. Kolmakov P.Yu., Antonova E.V. *Vesnik VDU* [Journal of VSU], 2017, 4(97), pp. 40–47.
7. Rainer-Lethaus, G. Phloem girdling of Norway Spruce alters quantity and quality of wood formation in roots particularly under drought / G. Rainer-Lethaus, W. Oberhuber // Frontiers in Plant Science. – 2018. – Vol. 9. – Article 392.
8. Titayev A.A. *Biologiya vysshikh gribov* [Biology of Upper Fungi], M.: Nauka, 1976, 72 p.
9. Shivrina A.N. *Biologicheski aktivniye veshchestva vysshikh gribov* [Biologically Active Substances of Upper Fungi], M.–Ln.: Nauka, 1965, 200 p.
10. Romell, L.G. A trenching experiment in spruce forest and bearing on the problems of mycotrophy / L.G. Romell // Svensk Botanisk Tidskrift. – 1938. – Bd. 32. – S. 89–99.
11. Smith S.E., Read D.D. *Mikorizni simbioz* [Mycorrhiza Symbiosis], Moscow: Tovarichestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 776 p.
12. Voronina E.Yu. *Vliyaniye ektomikoriz eli i berezy na strukturu kompleksov pochvoobitayushchikh mikroorganizmov, Avtoref. diss. ... kand. biol. n* [Impact of Ectomycorrhiza of Fir and Birch on the Structure of Complexes of Soil Inhabiting Microorganisms, PhD (Biology) Dissertation Abstract], M., 2008, 27 p.
13. *Geteroauksin* [Heteroauxin]. – Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гетероауксин>. – Accessed: 17.12.2018.

Поступила в редакцию 23.01.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: pavel_kolmakov@list.ru – Колмаков П.Ю.

УДК 595.762.12:574.2:630*13(476.5)

Карабидокомплексы (Coleoptera, Carabidae) сосновых лесов Лучосской низменности

А.А. Лакотко, И.А. Литвенкова, Е.В. Шаматульская

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

Изучение биоразнообразия на региональном уровне представляет научный интерес. При этом актуальность приобретает исследование, в которых анализируются биотопическая приуроченность и структура карабидокомплексов, поскольку их параметры динамичны и коррелируют с изменениями в среде обитания.

Цель статьи – установить видовой состав комплексов жуков (Coleoptera, Carabidae) и их биотопическое распределение в сосновых лесах различных типов Лучосской низменности.

Материал и методы. Учеты динамической плотности жуков проводили стандартным почвенно-зоологическим методом – ловушками Барбера в период с 25-го апреля по 18-е октября 2017 г. Учтено 672 экземпляра 45 видов жуков. Исследованы видовой состав, биотопическая приуроченность, динамика активности и видовое богатство, разнообразие.

Результаты и их обсуждение. В сосновых лесах количество видов варьировало от 14 до 25. Пять видов (*Carabus arvensis*, *Carabus hortensis*, *Poecilus versicolor*, *Calathus micropterus* и *Calathus erratus*), которые зарегистрированы в большинстве исследуемых биотопов, составили ядро карабидокомплексов. Выявлена специфика биотопического распределения жуков. Максимальная динамическая плотность характерна для сосняка верескового, а минимальная – для сосняка лишайникового. Наибольшее видовое разнообразие жуков обнаружено в сосняке вересковом ($H' = 4,461$), а наименьшее – в сосняке брусничном ($H' = 2,568$).

Заключение. Установлены особенности видового состава, сезонной активности и биологического разнообразия в различных биотопах соснового леса Лучосской низменности.

Ключевые слова: карабидокомплексы, видовое богатство, разнообразие, сезонная динамика активности, сосновые леса, биотопическая приуроченность.

Carabidocomplexes (Coleoptera, Carabidae) of Pine Forest of the Luchosa Lowland

A.A. Lakotko, I.A. Litvenkova, E.V. Shamatulskaya

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

The study of biodiversity at the regional level is of scientific interest. At the same time, studies in which the biotopic confinement and the structure of carabidocomplexes are analyzed become relevant, since their parameters are dynamic and correlate with changes in the habitat. The aim of the study was to establish the species composition of ground beetle complexes (Coleoptera, Carabidae) and their biotopic affinity in the pine forest of the Luchosa lowland.

Material and methods. The calculations of the density of ground beetles were carried out by a standard soil-zoological method, the traps of Barber, between April 25 and September 18. 45 species and 672 specimens of ground beetles were counted. The species composition, biotopic confinement, seasonal activity and biological diversity were studied.

Findings and their discussion. In the studied pine forests, the number of species fluctuated from 14 to 25 species. Five species (*Carabus arvensis*, *Carabus hortensis*, *Poecilus versicolor*, *Calathus micropterus* and *Calathus erratus*), which were found in most of the studied biotopes formed the core of the carabidocomplex. An uneven distribution of ground beetles over biotopes was detected. The maximum abundance is typical for the heath pine, and the minimum for the lichen biotope. The largest number of species of ground beetles is characteristic of pine-heather ($H = 4,461$), and the smallest - for pine-cranberry ($H = 2.568$).

Conclusion. Specific features of species composition, seasonal activity and biological diversity in various biotopes of the pine forest of the Luchosa lowland were established.

Key words: carabidocomplexes, species abundance, diversity, seasonal activity dynamics, pine forest, biotope confinement.

Изучение почвенных беспозвоночных является актуальным направлением экологических исследований ввиду важной их роли в функционировании наземных экосистем и значимого вклада в поддержание биологического разнообразия. Особое место в составе почвенной фауны занимают жуки-жужелицы. Это связано с тем, что в природных сообществах популяции жужелиц отличаются значительным обилием и относятся к числу доминирующих групп в почвенной мезофауне [1; 2].

Благодаря высокой чувствительности к факторам среды жужелицы могут быть использованы в качестве индикаторов экологических условий и антропогенной трансформации экосистем. Современный подход к изучению жужелиц в природных сообществах основан на выделении карабидокомплексов как совокупности видов, обитающих совместно. Среди показателей состояния карабидокомплексов в биоценозах чаще используются такие параметры, как численность, видовой состав, разнообразие [3; 4].

Региональная фауна, в том числе жужелиц, представляет значительный интерес, так как по территории Белорусского Поозерья проходила граница последнего оледенения, что оказало большое влияние на биоту [2]. Здесь в послеледниковое время сформировались леса южной и средней подзон тайги, граница между которыми проходит по территории Витебской области, они являются северным рубежом для распространения ряда южных форм.

Цель статьи – установить видовой состав комплексов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) и их биотопическую приуроченность в сосновых лесах различных типов Лучосской низменности.

Материал и методы. Настоящие исследования проводились в окрестностях д. Щитовка Сенненского района Витебской области в период с апреля по октябрь 2017 года.

В физико-географическом отношении обозначенный участок лежит в пределах Лучосской озерно-ледниковой низины или Лучосского района Поозерской провинции плосковолнистых и волнистых озерно-ледниковых ландшафтов с сосняками. На поверхности залегают озерно-ледниковые пески и супеси [5].

Характеристики подстилающих пород и особенности рельефа определяют значительную глубину залегания грунтовых вод на изучаемой территории, что сказывается на особенностях природных комплексов. На окружающую местность также оказывают смягчающее влияние располагающиеся в исследуемом районе озеро Стрешно ($S=0,18 \text{ км}^2$) и болотные массивы.

Типичными почвами Лучосской низменности являются дерново-подзолистые на водно-ледниковых супесях, подстилаемых песками. Глубокое залегание грунтовых вод, легкий состав и промывной режим почв, невысокая продуктивность биоценозов определили развитие очень маломощных сильно оподзоленных почв [5].

Для учета обитающих на поверхности почвы насекомых были использованы ловушки Барбера. В качестве фиксирующей жидкости применяли 4% раствор формалина. В каждом биотопе было установлено по 10 ловушек на расстоянии 2,5 м одна от другой вдоль заложеной прямолинейной трассы. Сбор материала проводился два раза в месяц.

Структуру доминирования определяли по следующей шкале [6]: эудоминанты – виды с относительным обилием выше 20%, доминанты – 5–20%; субдоминанты – 2–5%; рецеденты – 1–2%; субреценденты – ниже 1%.

Для оценки биологического разнообразия в биотопах нами использовались индексы Шеннона–Уивера и Пиелу [7]. Расчет показателей производился с использованием программы Past 3.0.

Описание стационаров исследования:

1. Сосняк мшистый (*Pineta pleurosiosum*) (широта 54.880156° – долгота 30.383341°). Подрост: ель обыкновенная. В напочвенном покрове преобладают мхи *Pleurosium* spp.
2. Сосняк черничный (*P. myrtillosum*) (широта 54.882483° – долгота 30.377896°). Подрост: ель обыкновенная, береза бородавчатая. В напочвенном покрове преобладает черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*).
3. Сосняк брусничный (*P. vacciniosum*) (широта 54.880292° – долгота 30.384059°). Подрост: ель обыкновенная. В напочвенном покрове преобладает брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*).
4. Сосняк лишайниковый (*P. cladiosum*) (широта 54.878132° – долгота 30.384059°). Подрост: сосна обыкновенная. В напочвенном покрове преобладают лишайники (*Lichenes* spp.).
5. Сосняк вересковый (*P. callunosum*) (широта 54.881931° – долгота 30.382654°). Подрост: ель обыкновенная, береза бородавчатая. В напочвенном покрове преобладает вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*).

Результаты и их обсуждение. Всего за сезон было учтено 672 экземпляра 45 видов жуков-жужелиц (табл. 1). Количество видов в исследуемых биотопах варьировало от 14 до 25 видов. Ядро комплексов жужелиц составляют 5 видов, которые отмечены в большинстве биотопов исследования: *Carabus arvensis*, *Carabus hortensis*, *Poecilus versicolor*, *Calathus micropterus* и *Calathus erratus*. Относительное обилие этих видов было высоким, и они входили в состав групп эудоминантов или субдоминантов (табл. 1).

Таблица 1

**Видовой состав и относительное обилие карабидокомплексов сосновых лесов
Лучосской низменности**

№	Вид	Сосняки					Относи- тельное обилие, %
		Мшистый	Черничный	Брусничный	Лишайнико- вый	Вересковый	
1.	<i>Cylindera germanica</i> Linnaeus, 1758	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,15
2.	<i>Carabus coriaceus</i> Linnaeus, 1758	1,31	0,00	5,06	0,00	0,46	1,64
3.	<i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1775	0,00	0,87	0,63	0,00	0,46	0,45
4.	<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	3,27	6,96	6,96	10,34	3,23	5,06
5.	<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	0,00	0,00	0,00	3,45	0,46	0,30
6.	<i>Carabus cancellatus</i> Illiger, 1798	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7.	<i>Carabus arvensis</i> Herbst, 1784	67,97	60,87	68,99	20,69	47,93	58,48
8.	<i>Cychris caraboides</i> Linnaeus, 1758	0,65	0,87	3,16	0,00	0,00	1,04
9.	<i>Leistus ferrugineus</i> Linnaeus, 1758	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,15
10.	<i>Notiophilus palustris</i> Duftschmid, 1812	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
11.	<i>Notiophilus aquaticus</i> Linnaeus, 1758	0,65	0,00	0,00	3,45	0,00	0,30
12.	<i>Broscus cephalotes</i> Linnaeus, 1758	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13.	<i>Miscodera arctica</i> Paykull, 1798	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,15
14.	<i>Poecilus cupreus</i> Linnaeus, 1758	0,00	0,87	0,00	3,45	0,92	0,60
15.	<i>Poecilus lepidus</i> Leske, 1785	1,31	0,00	0,00	0,00	3,23	1,34
16.	<i>Poecilus versicolor</i> Sturm, 1824	5,23	4,35	1,90	6,90	6,91	4,91
17.	<i>Pterostichus quadrioveolatus</i> Letzner, 1852	0,00	0,00	0,63	0,00	0,46	0,30
18.	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> Fabricius, 1787	4,58	6,96	1,27	0,00	1,84	3,13
19.	<i>Pterostichus aterrimus</i> Herbst, 1784	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20.	<i>Pterostichus niger</i> Schaller, 1783	0,65	0,00	0,63	0,00	1,84	0,89

Окончание табл. 1

21.	<i>Pterostichus melanarius</i> Illiger, 1798	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
22.	<i>Pterostichus aethiops</i> Panzer, 1796	0,00	0,00	0,63	0,00	0,92	0,45
23.	<i>Pterostichus anthracinus</i> Panzer, 1795	0,65	0,87	0,00	0,00	0,00	0,30
24.	<i>Pterostichus nigrita</i> Paykull, 1790	1,31	0,87	0,63	3,45	0,92	1,04
25.	<i>Pterostichus rhaeticus</i> Heer, 1837	0,65	0,87	0,00	3,45	0,00	0,45
26.	<i>Pterostichus strenuus</i> Panzer, 1796	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,15
27.	<i>Asaphidion flavipes</i> Linnaeus, 1761	0,00	1,74	0,00	3,45	0,00	0,45
28.	<i>Calathus micropterus</i> Duftschmid, 1812	5,88	9,57	8,23	0,00	4,61	6,40
29.	<i>Calathus erratus</i> Sahlberg, C.R., 1827	0,65	0,00	0,00	10,34	18,89	6,70
30.	<i>Amara communis</i> Panzer, 1797	0,00	1,74	0,00	0,00	0,92	0,60
31.	<i>Amara convexior</i> Stephens, 1828	0,00	0,00	0,00	3,45	0,00	0,15
32.	<i>Amara aenea</i> De Geer, 1774	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,30
33.	<i>Amara plebeja</i> Gyllenhal, 1810	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
34.	<i>Amara similata</i> Gyllenhal, 1810	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,15
35.	<i>Amara tibialis</i> Paykull, 1798	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
36.	<i>Bembidion lampros</i> Herbst, 1784	0,00	0,00	0,00	3,45	0,00	0,15
37.	<i>Harpalus luteicornis</i> Duftschmid, 1812	0,00	0,00	0,63	3,45	0,00	0,30
38.	<i>Harpalus autumnalis</i> Duftschmid, 1812	0,00	0,00	0,00	17,24	0,00	0,74
39.	<i>Harpalus rufipes</i> Degeer, 1774	0,00	0,00	0,00	3,45	1,38	0,60
40.	<i>Harpalus signaticornis</i> Duftschmid, 1812	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
41.	<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1828	0,65	0,00	0,00	0,00	0,46	0,30
42.	<i>Harpalus latus</i> Linnaeus, 1758	0,65	0,00	0,63	0,00	0,92	0,60
43.	<i>Harpalus xanthopus</i> Schaub, 1923	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,15
44.	<i>Bradycellus caucasicus</i> Chaudoir, 1846	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,15
45.	<i>Synuchus vivalis</i> Illiger, 1798	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,15
Число экземпляров		153	115	158	29	217	672
Число видов		21	16	14	15	25	45
Динамическая плотность экз./лов. сут.		0,104	0,078	0,107	0,020	0,148	0,09± 0,021

Наибольшее видовое богатство (25 из 45 видов) обнаружено в сосняке вересковом. Уменьшение числа видов наблюдается в ряду: сосняк мшистый (21 вид) – сосняк черничный (16 видов) – сосняк лишайниковый – сосняк брусничный (15 и 14 видов соответственно).

В сосняке мшистом эудоминантом явился *Carabus arvensis* (67,97%), доминантами – *Poecilus versicolor* и *Calathus micropterus* (по 5% соответственно), остальные виды входили в состав групп рецедентов (6 видов) и субрецедентов (12 видов).

В сосняке черничном эудоминантом явился *Carabus arvensis* (60,87%), доминантами – *Carabus hortensis*, *Pterostichus oblongopunctatus* (по 6,96% соответственно) и *Calathus micropterus* (9,57%), остальные виды входили в состав групп рецедентов (3 вида) и субрецедентов (9 видов).

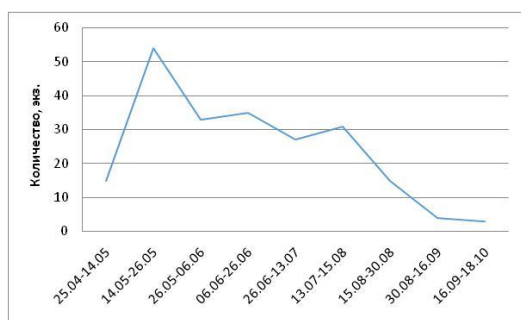
В сосняке брусничном эудоминантом явился *Carabus arvensis* (68,99%), доминантами – *Carabus coriaceus* (5,06%), *Carabus hortensis* (6,96%), *Calathus micropterus* (8,23%) и *Cychris caraboides* (3,16%). Остальные виды входили в состав групп рецедентов (2 вида) и субрецедентов (7 видов).

В сосняке лишайниковом эудоминантом явился *Carabus arvensis* (20,69%), доминантами – *Harpalus autumnalis* (17,24%), *Carabus hortensis* (10,34%), *Calathus erratus* (10,34%) и *Poecilus versicolor* (6,9%). Остальные 10 видов входили в состав последней группы, относительное обилие каждого из них составило 3,45%.

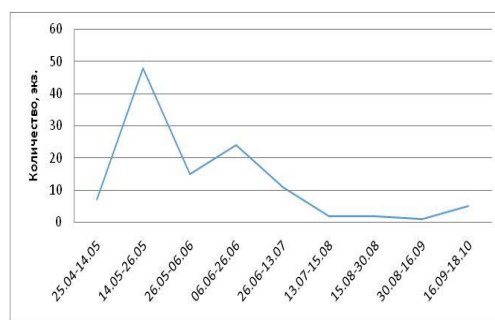
В сосняке вересковом эудоминантами явились два вида: *Carabus arvensis* (47,93%) и *Calathus erratus* (18,89%). Среди доминантов обнаружен *Poecilus versicolor* (6,91%), субдоминантов – *Carabus hortensis* и *Poecilus lepidus* (по 3,23% соответственно). Остальные 10 видов также входили в состав группы субдоминантов, относительное обилие каждого из них составило 3,45%.

Динамическая плотность жуужелиц в различных биотопах распределялась неравномерно. Максимальные показатели динамической плотности обнаружены в сосняке вересковом – 0,148 экз./лов./сут. Минимальная же динамическая плотность характерна для сосняка лишайникового – 0,02 экз./лов./сут. В остальных биотопах численность насекомых колебалась в пределах 0,078–0,107 экз./лов./сут.

В ходе наших исследований была проанализирована сезонная динамика активности видов в изучаемых биотопах. В трех случаях (рис. 1, 3) четко выражен один пик активности, который приходится на вторую и третью декады мая (сосняк вересковый, сосняк черничный и сосняк лишайниковый). Максимум активности жуужелиц в сосняке зеленомошном и сосняке брусничном наступает позже – первая декада июня (рис. 2). Снижение динамической плотности отмечено с первой декады августа.

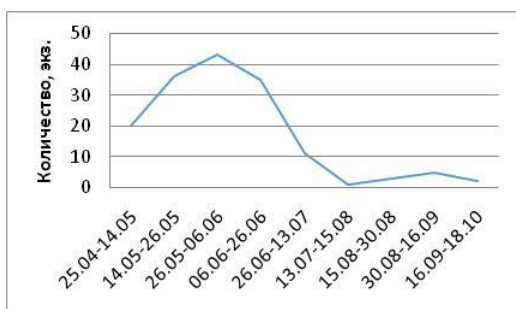


а

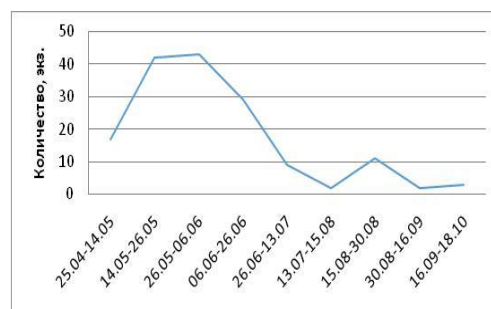


б

Рис. 1. Сезонная активность жуужелиц в сосняке вересковом (а) и сосняке черничном (б)



а



б

Рис. 2. Сезонная активность жуужелиц в сосняке зеленомошном (а) и сосняке брусничном (б)

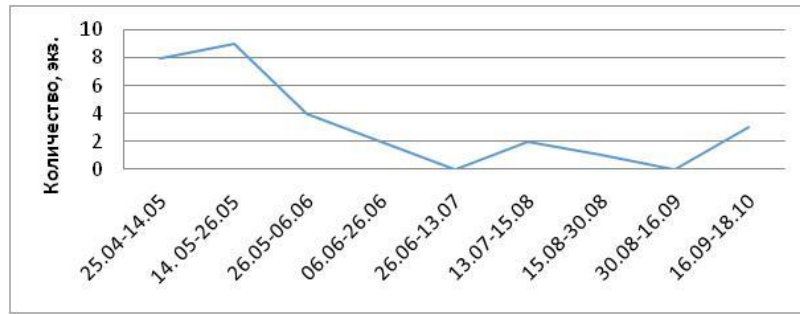


Рис. 3. Сезонная активность жужелиц в сосняке лишайниковом

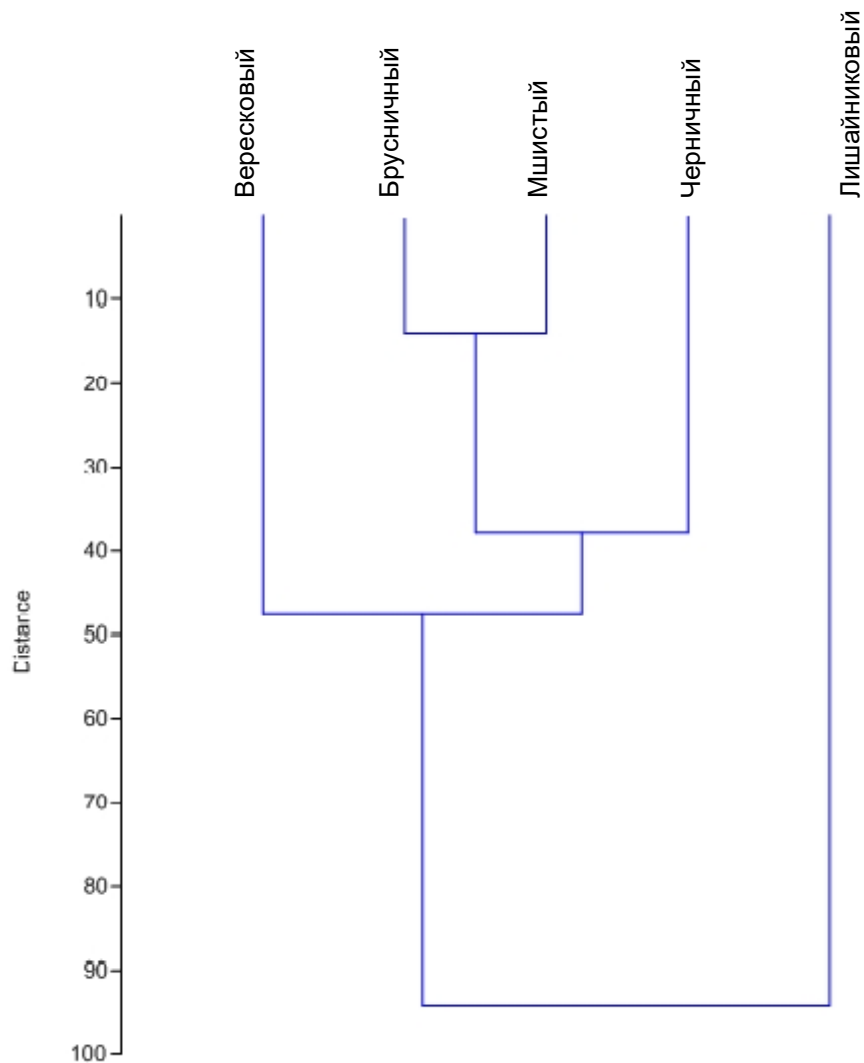


Рис. 4. Дендрограмма сходства карабидокомплексов по количественным показателям ряда сосновых лесов Лучосской низменности

Наиболее высоким разнообразием характеризовался сосняк вересковый ($H' = 1,929$), а наименьшим ($H' = 1,262$) – сосняк брусничный (табл. 2). Остальные сосняки отличались промежуточными значениями индекса.

Самая высокая выравненность видов по обилию характерна для сосняка лишайникового (0,7679). Для остальных биотопов отмечены более низкие показатели выравненности (0,2046–0,2933) как результат доминирования одного вида (*Carabus arvensis*).

Индексы биологического разнообразия и видового богатства

Индексы	Сосняк зеленомошный	Сосняк черничный	Сосняк брусничный	Сосняк лишайниковый	Сосняк вересковый
Shannon_H'	1,458	1,546	1,262	2,444	1,929
Evenness Pielu	0,2046	0,2933	0,2524	0,7679	0,2753

Для анализа β -разнообразия использован кластерный анализ. Графически иерархическая классификация исследуемых пяти биотопов отображена в виде дендрограммы (рис. 4). Наибольшим сходством обладали сосняк брусничный и сосняк мшистый. Наименьшее сходство выявлено у сосняков лишайникового и верескового.

Заключение. При исследовании экологического ряда сосняков Лучосской низменности Белорусского Поозерья выявлено 45 видов жуужелиц. Доминировали *Carabus arvensis*, *Carabus hortensis*, *Poecilus versicolor*, *Calathus micropterus* и *Calathus erratus*. Уменьшение числа видов наблюдается в ряду: сосняк вересковый, сосняк мшистый, сосняк черничный, сосняк лишайниковый и сосняк брусничный. Во всех исследуемых биотопах выявлена тенденция в сезонной активности жуужелиц к одному четко выраженному пику в мае. Наибольшими показателями α -разнообразия отличались сосняк вересковый и сосняк мшистый. Высоким сходством характеризовались сосняк брусничный и сосняк мшистый, тогда как наименее сходными были сосняк лишайниковый и вересковый.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солодовников, И.А. Жуужелицы (Coleoptera, Carabidae) Белорусского Поозерья. С каталогом видов жуужелиц Беларуси и сопредельных государств: монография / И.А. Солодовников. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2008. – 325 с.
2. Сушко, Г.Г. Фауна и экология жесткокрылых (Ectognatha, Coleoptera) верховых болот Белорусского Поозерья: монография / Г.Г. Сушко. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2006. – 247 с.
3. Александрович, О.Р. Состав и экологическая структура населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) заболоченных сосняков в Беловежской пушке / О.Р. Александрович // Весці АН Беларусі. – 1996. – № 3. – С. 93–97.
4. Лакотко, А.А. К изучению карабидокомплексов сосновых лесов / А.А. Лакотко, И.А. Литвенкова, Е.В. Шаматульская // Материалы XXIII(70) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 11–12 февр. 2018 г.: в 2 т. / Витеб. гос. ун-т; И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2018. – Т. 1. – С. 80–81.
5. Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение: учеб. пособие для учреждений высшего образования по специальностям «География», «Геоэкология» / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 287 с.
6. Renkonen, O. Statistisch-okologische Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruch-moore / O. Renkonen // Ann. Zool. Soc. Zool. – 1938. – № 6. – P. 131–135.
7. Лебедева, Н.В. Биологическое разнообразие: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволюцкий. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004. – 432 с.

REFERENCES

1. Solodovnikov I.A. Zhuzhelitsi (Coleoptera, Carabidae) Belorusskogo Poozeriya. S katalogom bidov zhuzhelits Belarusi i sopredelnykh gosudartstv: monografiya [Beetles (Coleoptera, Carabidae) of Belarusian Poozeriye. With the Catalog of Beetle Species of Belarus and Neighboring Countries: Monograph], Vitebsk: UO «VGU im. P.M. Masherova», 2008, 325 p.
2. Sushko G.G. Fauna i ekologiya zhestkokrylykh (Ectognatha, Coleoptera) verkhovykh bolot Belorusskogo Poozeriya: monografiya [Fauna and Ecology of Coleoptera (Ectognatha, Coleoptera) of the Upper Marshes of Belarusian Poozeriye: Monograph], Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2006, 247 p.
3. Alexandrovich O.R. Vestsi AN Belarusi [Journal of the Academy of Sciences of Belarus], 1996, 3, pp. 93–97.
4. Lakotko A.A., Litvenkova I.A., Shamatulskaya E.V. Materiali XXIII(70) Regionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii prepodavatelei, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, 11–12 fevralia, Vitebsk 2018 [Proceedings of the XXIII(70) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Graduate Students, February 11–12, Vitebsk 2018], Vitebsk: VGU imeni P.M. Masheova, 1, pp. 80–81.
5. Marstinkevich G.I., Schastnaya I.I. Landshaftovedeniye. Uchebnoye posobiye dlia uchrezhdenii vysshego obrazovaniya [Landscape Science: University Textbook], Minsk: IVTs Minfina, 2014, 287 p.
6. Renkonen, O. Statistisch-okologische Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruch-moore / O. Renkonen // Ann. Zool. Soc. Zool. – 1938. – № 6. – P. 131–135.
7. Lebedeva N.V., Drozdov N.N., Krivolutski D.A. Biologicheskoye raznoobrazie. Ucheb. posobiye dlia studentov vyssh. ucheb. zavedenii [Biological Diversity: University Textbook], Moscow: Gumanit. izd. tsentr VLADOS, 2004, 432 p.

Поступила в редакцию 14.09.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: Lakotko65@gmail.com – Лакотко А.А.

Оптимизация сжигания древесного топлива для уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

А.В. Нижников*, В.Е. Савенок**, Н.А. Ковалевская***

*Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

**Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

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

Одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха являются объекты теплоэнергетики. От конструкции топливосжигающей установки и вида сжигаемого топлива зависят объем выбросов загрязняющих веществ и их качественный состав. Негативным аспектом сжигания древесного топлива в топливосжигающих установках выступает значительный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Цель статьи – разработка рекомендаций, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании древесного топлива в топливосжигающих установках.

Материал и методы. Материалами исследования были значения выбросов загрязняющих веществ, полученные по результатам производственного аналитического контроля на топливосжигающих установках (котельных установках) объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Витебской области за период их эксплуатации в 2011–2017 гг.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды разработало и ввело в действие технические нормативные правовые акты (ТНПА), регламентирующие экологические аспекты использования местных видов топлива в котельных установках. Применялся сравнительно-сопоставительный метод исследования.

Результаты и их обсуждение. Необходимым условием использования древесины в качестве топлива является ее полное сгорание. Наиболее важные характеристики процесса сжигания топлива, вызывающие неполное сгорание топлива и, соответственно, влияющие на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух: вид топлива; влажность топлива; распределение топлива; коэффициент избытка воздуха; предварительный подогрев воздуха; распределение воздуха; температура горения; механизмы теплопередачи; теплообмен; аккумуляция теплоты, изоляция. Оптимизация этих переменных позволяет снизить уровень всех выбросов, вызываемых неполным сгоранием топлива.

В качестве рекомендаций по снижению выбросов загрязняющих веществ при сжигании древесного топлива предлагается снизить влажность сжигаемой древесины, улучшить изоляцию топочной камеры, установить золоуловители, применять эффективные методы управления технологическими процессами.

Заключение. По результатам проведенных исследований установлено, что сжигание древесного топлива ведет к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и негативно сказывается на экологической обстановке в районе эксплуатации топливосжигающих установок, работающих на древесном топливе. Предложенные нами организационные и технические мероприятия не способны полностью решить проблему снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Кардинальным предложением, на наш взгляд, обеспечивающим экологически чистое производство тепла, является переоборудование котельных установок на электропривод после ввода в строй атомной электростанции.

Ключевые слова: выбросы, древесное топливо, загрязнение, норма, рекомендации, котельные установки.

Optimization of Burning Wood Fuel to Reduce Pollutant Emissions into the Atmospheric Air

A.V. Nizhnikov, V.E. Savenok**, N.A. Kovalevskaya***

*Educational Establishment «International State Ecological A.D. Sakharov Institute»
of Belarusian State University

**Educational Establishment «Vitebsk State Technological University»

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

One of the main sources of the atmospheric air pollution is objects of heat power engineering. The volume of pollutant emissions and their quality composition depend on the structure of the fuel burning plant and the type of the burned fuel. The negative aspect

of wood fuel burning in fuel burning plants is considerable amount of pollutant emissions into the atmospheric air.

The purpose of the work was development of guidelines aimed at the reduction of the atmospheric air pollutant emissions during burning wood fuel in fuel burning plants.

Material and methods. The research was based on the indications of pollutant emissions obtained during production analytical control at fuel burning plants (boiler houses) of objects of the Department of Housing and Utilities (DHU) of Vitebsk Region during their operation in 2011–2017.

The Ministry of Natural Resources worked out and introduced technical normative legal acts (TNLA) which regulate ecological aspects of using local types of fuel at fuel burning plants.

Findings and their discussion. The necessary condition for using wood as a fuel is its complete burning down. The most important characteristics of the process of fuel burning, which cause incomplete burning down and thus influence atmospheric air pollutant emissions, are fuel type, fuel humidity, fuel distribution, air excess coefficient, preliminary air heating, air distribution, temperature of burning, heat transfer mechanisms, heat exchange, heat accumulation, isolation. Optimization of these variables makes it possible to reduce emission level which is caused by incomplete fuel burning down.

The following is recommended to reduce pollutant emissions during wood fuel burning: to reduce the humidity of the burning wood, to improve isolation of the burning chamber, to install ash traps, to apply efficient methods of technological processes management.

Conclusion. As a result of the conducted research it was found out that wood fuel burning results in the increase in pollutant emissions into the atmospheric air and harms the ecological situation in the area around wood fuel burning plants. The institutional and technological measures which we offer can not fully solve the problem of the reduction of the atmospheric air pollutant emissions. The crucial decision from our point of view, which could provide ecologically clear heat generation, is converting wood fuel burning plants into electric operation after the atomic station is commissioned.

Key words: emissions, wood fuel, pollution, norm, guidelines, wood fuel burning plants.

Объекты теплоэнергетики являются источником загрязнения атмосферного воздуха. От конструкции топливосжигающей установки и вида сжигаемого топлива зависят объем выбросов загрязняющих веществ и их качественный состав. Госпрограммой по энергосбережению на 2015–2020 гг. предусматривается максимально возможное вовлечение в топливный баланс Республики Беларусь местных видов топлива для обеспечения энергетической безопасности и энергетической независимости экономики. Биотопливо (древесное топливо, отходы обработки и переработки древесины) – один из местных видов топлива. Сжигание биотоплива в топливосжигающих установках сопровождается значительными выбросами загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух.

Цель статьи – разработка рекомендаций, направленных на снижение выбросов ЗВ в атмосферный воздух при сжигании биотоплива в котельных установках.

Материал и методы. Исходными материалами исследования были значения выбросов ЗВ, полученные по результатам производственного аналитического контроля на топливосжигающих установках (котельных установках) объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Витебской области за период их эксплуатации в 2011–2017 гг. Учитывались также технико-экономические параметры этих котельных установок.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды разработало и ввело в действие ТНПА, регламентирующие экологические аспекты использования биотоплива в топливосжигающих установках (котельных установках) [1–3]. Согласно данным ТНПА, показателем эффективности эксплуатации котельных установок являются нормы выбросов ЗВ в отходящих газах, измеренные в $\text{мг}/\text{м}^3$.

ТНПА [1] устанавливают методику определения значений выбросов ЗВ в атмосферный воздух инструментальными и расчетными методами. Требования распространяются на следующие ЗВ: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO , NO_2), диоксид серы (SO_2), твердые частицы. В [1] приведены расчетные характеристики твердых и жидких топлив, состав рабочей массы топлива, низшая теплота сгорания, объемы воздуха и продуктов сгорания топлива.

Согласно [2; 3], измеренные значения выбросов ЗВ приводятся к нормальным условиям (температура 0°C , давление $101,3 \text{ кПа}$) и объемному содержанию кислорода в отходящих газах (6%).

При индикации измеренных значений ЗВ в уходящих от котельных установок газах в массовых единицах и при отборе газа на анализ с осушкой концентрация j -го ЗВ определяется [4]:

$$c_j = c_j^{\text{meas}} \cdot \frac{273 + t_p}{273} \cdot \frac{101,3}{(P_o \pm \Delta P)} \cdot \frac{\alpha}{1,4}, \text{ мг}/\text{м}^3, \quad (1)$$

где c_i^{meas} – измеренная массовая концентрация j -го загрязняющего вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$;

t_p – температура отходящих дымовых газов в момент проведения измерений, $^{\circ}\text{C}$;

P_b – барометрическое давление воздуха в момент проведения измерений, кПа ;

ΔP – избыточное давление (разряжение) газов в месте отбора пробы, кПа ;

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы.

ТНПА [2; 3] устанавливают максимальные значения концентраций выбросов ЗВ в уходящих газах котельных установок теплопроизводительностью более 100 кВт .

Результаты и их обсуждение. Проведенный анализ эксплуатации котельных установок объектов жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Витебской области за более чем 5-летний период позволил установить следующее.

Сжигание древесного топлива представляет собой сложный процесс, характеризующийся различными параметрами, которые прямо или косвенно воздействуют на уровни выбросов ЗВ и степень оптимального использования энергии. Полнота сгорания является основным параметром, определяющим эффективность использования древесины в качестве топлива. Кратко опишем наиболее важные характеристики процесса сжигания топлива, вызывающие неполное сгорание топлива и, соответственно, устанавливающие величину выбросов ЗВ в атмосферный воздух.

– Вид топлива: процесс горения зависит от характеристик топлива, в основном от его состава, тепловых характеристик, плотности, пористости, размеров и площади активной поверхности. Важное значение также имеет степень однородности топлива: увеличение однородности топлива, степень которой повышается с уменьшением размеров его частиц, улучшает эффективность управления технологическим процессом. Фактически же различные виды биотоплива в значительной степени отличаются по плотности в зависимости от их консистенции и породы. Также древесное топливо характеризуется разнообразием фракционного состава – от крупных поленьев и кусков до измельченной щепы, а также переработанных древесных брикетов и гранул.

– Влажность топлива: содержание влаги в различных видах биотоплива изменяется в широком диапазоне в зависимости от различных факторов, включая породу, климатические условия, пору года, и может составлять от 60–65% у свежесрубленной древесины до 10–12% у высушенной и переработанной в гранулы. Влажность топлива является важным фактором, влияющим на теплотворную способность топлива, эффективность сжигания и, соответственно, выбросы в атмосферный воздух.

– Распределение топлива в топочной камере: этот параметр определяет уменьшение или увеличение площади активной поверхности, оказывает воздействие на процесс горения, соответственно понижая или повышая степень реактивности.

– Коэффициент избытка воздуха: применительно к сжиганию биотоплива коэффициент избытка воздуха должен значительно превышать 1 (от 1,5 и выше) с тем, чтобы обеспечить качественное смешение подаваемого воздуха и топлива. По сравнению со стехеометрическим горением в этом случае температура будет значительно ниже, главным образом в результате нагревания избыточного воздуха. Оптимальное смешение воздуха с топливом позволяет использовать более низкие коэффициенты избытка воздуха и повышать температуру горения.

– Предварительный подогрев воздуха: температура в топочной камере может быть значительно повышена путем предварительного подогрева воздуха. Подаваемый воздух допустимо предварительно подогреть посредством теплообмена с топочным газом после его выхода из топочной камеры.

– Распределение воздуха: эффективное распределение воздуха имеет наиболее важное значение для эффективного снижения выбросов ЗВ от неполного сжигания и выбросов оксидов азота. Характер распределения воздуха в топочной камере оказывает воздействие на качество смешения воздуха с топливом и, следовательно, на время пребывания и значение температуры горения, необходимой для полного сгорания.

– Температура горения: процесс сжигания биомассы проходит в несколько этапов, имеет выраженные фазы, такие как испарение воды (при $t = 50\text{--}100^{\circ}\text{C}$), выход летучих веществ (при $t = 150\text{--}350^{\circ}\text{C}$), частичное сгорание углей с преобразованием в СО (при $t > 400^{\circ}\text{C}$), сгорание оксида углерода и летучих веществ ($t = 800\text{--}1000^{\circ}\text{C}$). На установках с непрерывной подачей топлива эти процессы происходят на различных участках колосниковой решетки, топочной камеры. Наблюдается некоторое перекрытие этапов

горения. На установках периодического действия, при сжигании частиц больших размеров, степень перекрытия этапов горения значительно больше. Факторами, осложняющими технологический процесс, являются влажность и состав топлива, непрерывно изменяющиеся в зависимости от степени выгорания топлива. При этом изменяется температура горения. Адиабатическая температура горения повышается по мере сгорания топлива при постоянном коэффициенте избытка воздуха.

– Механизмы теплопередачи: теплообмен может осуществляться посредством теплопроводности, конвекции и излучения теплоты. Для обеспечения низкого уровня выбросов при неполном сгорании топлива необходимо минимизировать потери тепла в топочной камере.

– Теплообмен: эффективный теплообмен важен для получения высокого теплового коэффициента полезного действия. Необходимая интенсивность теплообмена достигается посредством эффективного размещения теплообменных поверхностей, через которые затем протекает нагреваемая котлом вода.

– Аккумуляция теплоты, изоляция. Значительное количество теплоты аккумулируется в стенках топочной камеры, забирающих теплоту из объема топочной камеры на первоначальном этапе процесса горения. Передача тепла происходит через стенки топочной камеры. Соответственно на начальном этапе процесса горения может наблюдаться высокий уровень выбросов от неполного сгорания.

Перечисленные выше характеристики связаны друг с другом. Их оптимизация (рационализация) помогает снизить уровень всех выбросов ЗВ, вызываемых неполным сгоранием топлива. Данные характеристики следует учитывать при проектировании и эксплуатации любых установок, работающих на биотопливе. На основе анализа приведенных выше характеристик можно сказать, что конструкция установки для сжигания топлива оказывает значительное воздействие на процесс горения, определяемое конструкцией и принципом работы топочной камеры, выбором материалов и возможностями управления технологическими процессами. Также важное значение имеют проблемы, связанные с использованием низкокачественного дешевого древесного топлива, что приводит к нарушению процессов сжигания и дополнительным выбросам в атмосферный воздух.

В настоящее время качество использования биотоплива оставляет желать лучшего, так как оно сжигается на минимально модернизированном оборудовании, причем зачастую устаревшем и имеющем очень низкий коэффициент полезного действия. Предприятиями, выпускающими в стране твердотопливные котлы, являются завод отопительного оборудования (г. Минск), завод «Коммунальник» (г. Гомель), завод «Сельмаш» (г. Мозырь) и другие. Данное оборудование этих предприятий имеет главный недостаток – в твердотопливных котлах трудно управлять процессами горения топлива, точность поддержания управляемых параметров невысока. Поэтому можно утверждать, что возможности эксплуатирующих организаций по снижению выбросов ЗВ от котельных установок, работающих на древесном топливе, ограничены. В качестве рекомендаций для подобных организаций предлагаем сделать акцент на виде сжигаемой древесины и ее влажности.

Более сухая древесина обладает лучшей теплотворной способностью, а главное, при ее сжигании уменьшаются выбросы ЗВ. Однако в этом случае эксплуатирующие организации несут дополнительные затраты на сушку древесины.

Кроме того, можно предложить обратить внимание на изоляцию топочной камеры. Улучшить изоляцию топочной камеры допустимо посредством увеличения толщины изоляционного слоя или использования материала с лучшими изоляционными характеристиками (но внесение изменений в конструкцию неспециалистами чревато). При этом следует определить целесообразность применения изоляции, которая может занять часть свободного пространства рабочего помещения и требует дополнительных затрат.

Установка золоуловителей для улавливания взвешенных частиц и непрогоревших остатков топлива как наименее затратный при приемлемом уровне эффективности способ снижения выбросов является доступной для большинства эксплуатирующих организаций. Однако даже этот способ, несмотря на его доступность, нельзя применить на некоторых устаревших котельных.

Несомненно, что более прогрессивные методы управления технологическими процессами при сжигании биомассы также способствуют минимизации уровня выбросов ЗВ и помогают оптимизировать тепловой коэффициент полезного действия. Существуют различные методы управления процессами сжигания топлива. Данные методы предполагают измерение и контроль главных параметров (температуры, состава уходящих газов, содержания кислорода), причем результаты измерений и

контроля передаются на контроллер для последующей регулировки количества подаваемого воздуха, а также его распределения в топочной камере, и др.

Заключение. Установлено, что сжигание древесного топлива ведет к увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и негативно сказывается на состоянии окружающей среды в местах эксплуатации топливосжигающих установок, работающих на биотопливе.

Предложенные нами организационные и технические мероприятия не способны полностью решить проблему уменьшения выбросов ЗВ в атмосферный воздух. Ведь помимо чисто технических проблем в эксплуатирующих организациях районного уровня имеют место отсутствие высококвалифицированных кадров; низкоэффективное традиционное, минимально модернизированное оборудование; отсутствие собственных, инвестиционных, кредитных финансовых средств. Необходимо также отметить, что местные органы власти не оказывают должного содействия организациям ЖКХ в решении этой проблемы.

Кардинальным предложением, на наш взгляд, обеспечивающим экологически чистое производство тепла, является переоборудование котельных установок на электропривод после ввода в строй Островецкой атомной электростанции в Гродненской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 17.08-01-2006 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт. – Минск: Минприроды, 2006. – 46 с.
2. СТБ 1626.2-2006. Установки котельные. Установки, работающие на биомассе. Нормы выбросов загрязняющих веществ. – Минск: Госстандарт, 2006 – 7 с.
3. ЭкоНП 17.01.06-001-2017. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности. – Минск: Минприроды, 2017. – 139 с.
4. Савенок, В.Е. Экологические аспекты использования местных видов топлива / В.Е. Савенок, А.В. Нижников // Промышленная безопасность. – 2018. – № 4. – С. 33–36.

REFERENCES

1. *TKP 17.08-01-2006 (02120). Okhrana okruzhayushchei sredi i prirodopolzovaniye. Atmosfera. Vybrosoi zagriazniayushchikh veshchestv v atmosferni vozdukh. Poriadok opredeleniya vybrosov pri szhigani topiva v kotlakh teploproduzvoditelnostyu do 25 MVt* [TKP 17.08-01-2006 (02120). Environmental Protection and Nature Use, Atmosphere. Pollutant Emissions into the Atmospheric Air. Order of Emission Identification during Burning Fuel in Burning Plants with the Heat Generation Capacity of up to 25 MWatt], Minsk: Ministry of Natural Resources, 2006, 46 p.
2. *STB 1626.2-2006. Ustanovki kotelniye. Ustanovki, rabotayushchiye na biomasse. Normi vybrosov zagriazniayushchikh veshchestv*. [STB 1626.2-2006. Fuel Burning Plants. Biomass Burning Plants. Pollutant Emission Norms], Minsk: Gosstandart, 2006, 7 p.
3. *EcoNiP 17.01.06-001-2017. Okhrana okruzhayushchei sredi i prirodopolzovaniye. Trebovaniya ekologicheskoi bezopasnosti* [EcoNiP 17.01.06-001-2017. Environmental Protection and Nature Use. Ecological Safety Requirements], Mn.: Minprirodi, 2017, 139 p.
4. Savenok V.E., Nizhnikov A.V. *Promyshlennaya bezopasnost* [Industrial Security], 2018, 4, pp. 33–36.

Поступила в редакцию 20.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: natali_lipo@mail.ru – Ковалевская Н.А.

Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья и Республики Беларусь. Часть 8

И.А. Солодовников*, С.В. Солодовникова**

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

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

Данная работа продолжает цикл статей и содержит аннотированный список впервые выявленных для территории Республики Беларусь видов жесткокрылых.

Цель настоящего исследования – уточнение видового состава жесткокрылых геоботанических округов Республики Беларусь.

Материал и методы. Основой работы явились сборы автора и коллег из Беларуси, поступившие для определения видовой принадлежности в 1996–2018 годах.

Результаты и их обсуждение. В процессе исследований, проведенных на территории Белорусского Поозерья и в ряде геоботанических округов республики в 1996–2018 гг., обработки более 10 тыс. экз. собранных жесткокрылых было выявлено впервые для Западно-Двинского геоботанического округа 26 видов; Ошмяно-Минского – 8; Оршанско-Могилевского – 1; Неманско-Предполесского – 1; Березинско-Предполесского – 4; Бугско-Предполесского – 1; Полесско-Приднепровского – 44 вида. Приведены также новые данные по 9 редким видам для следующих семейств: Rhysodidae, Carabidae, Leiodidae, Silphidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, Pselaphidae, Geotrupidae, Scarabaeidae, Trogidae, Elateridae, Eucnemidae, Anobiidae, Malachiidae, Cucujidae, Corylophidae, Bothrideridae, Oedemeridae, Tenebrionidae, Dryophthoridae, Curculionidae, из которых 20 видов являются новыми для территории Республики Беларусь.

Заключение. В результате полевых исследований детерминирован ряд впервые обнаруженных и редких видов жесткокрылых как для многих геоботанических округов в частности, так и для Республики Беларусь в целом.

Ключевые слова: Республика Беларусь, Белорусское Поозерье, новые находки видов, жесткокрылые.

New and Rare Species of Beetles (Coleoptera) in Belarusian Lake District (Poozeriye) and in the Republic of Belarus. Part 8

I.A. Solodovnikov*, S.V. Solodovnikova**

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

**Educational Establishment «Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University»

This work continues a cycle of articles and contains the annotated list of beetles for the first time found in the Republic of Belarus.

The purpose of the work is specification of the list of Coleoptera species of geobotanical districts of Belarus.

Material and methods. The basis of the work was gatherings by the author and colleagues from Belarus, which arrived for the identification of species accessory in 1996–2018.

Findings and their discussion. As a result of the research carried out on the territory of Belarusian Lake District (Belarusian Poozeriye) and number of geobotanical districts of the Republic in 1996–2018 and processing of more than 10 thousand specimens of collected beetles 26 species were found for the first time in Western-Dvinski; 8 in Oshmiano-Minski; 1 in Orshansko-Mogilevski; 1 in Nemansko-Predpolesski; 4 in Beresinsko-Predpolesski; 1 in Buginsko-Polesski and 44 in Polessko-Pridneprovski geobotanical district. New data on 9 rare species of the following families: Rhysodidae, Carabidae, Leiodidae, Silphidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, Pselaphidae, Geotrupidae, Scarabaeidae, Trogidae, Elateridae, Eucnemidae, Anobiidae, Malachiidae, Cucujidae,

Corylophidae, Bothrideridae, Oedemeridae, Tenebrionidae, Dryophthoridae, Curculionidae were also provided. 20 species are new for the territory of the Republic of Belarus.

Conclusion. As a result of field researches a number of Coleoptera species for the first time found and rare both for a number of geobotanical districts and for Republic of Belarus were identified.

Key words: Republic of Belarus, Belarusian Lake District (Belarusian Poozeriye), Coleoptera, new finds of species.

Инвентаризация фауны насекомых, и в данном случае жесткокрылых (Coleoptera), в Республике Беларусь еще далека от завершения. Фаунистические исследования крайне важны сейчас, когда очень интенсивно идет процесс активной трансформации ландшафтов человеком. Современное состояние жесткокрылых региона, таким образом, становится отправной точкой для дальнейшего изучения антропогенных воздействий на их сообщества. Видовой состав, а также особенности пространственного распределения жесткокрылых Республики Беларусь и в частности на ее севере к настоящему времени еще недостаточно полно изучены [1–7].

В результате исследований, проведенных на территории Белорусского Поозерья и в ряде геоботанических округов республики в 1996–2018 гг., обработки более 10 тыс. экз. собранных жесткокрылых было выявлено впервые для Западно-Двинского геоботанического округа 26 видов; Ошмяно-Минского – 8; Оршанско-Могилевского – 1; Неманско-Предполесского – 1; Березинско-Предполесского – 4; Бугско-Предполесского – 1; Полесско-Приднепровского – 44 вида. Приведены также новые данные по 9 редким видам для следующих семейств: Rhysodidae, Carabidae, Leiodidae, Silphidae, Scydmaenidae, Staphylinidae, Pselaphidae, Geotrupidae, Scarabaeidae, Trogidae, Elateridae, Eucnemidae, Anobidae, Malachiidae, Cucujidae, Corylophidae, Bothrideridae, Oedemeridae, Tenebrionidae, Dryophthoridae, Curculionidae, из которых 20 видов являются новыми для территории Республики Беларусь. Всего в статье приводится информация о 89 видах.

Цель статьи – уточнение видового состава жесткокрылых (Coleoptera) геоботанических округов Республики Беларусь.

Материал и методы. В результате полевых исследований по стандартным методам и разработанным автором [3] и обработки более 10 тыс. экз. собранных жесткокрылых в 1996–2018 гг. был выявлен ряд впервые обнаруженных и редких видов как для многих геоботанических округов в частности, так и для Республики Беларусь в целом. Знаком * отмечены виды, впервые установленные на территории определенного геоботанического округа, ** – для Республики Беларусь. Цифра перед знаком * обозначает: 1 – Западно-Двинский; 2 – Ошмяно-Минский; 3 – Оршанско-Могилевский; 4 – Неманско-Предполесский; 5 – Березинско-Предполесский; 6 – Бугско-Предполесский; 7 – Полесско-Приднепровский.

При приведении данных этикеток в целях сокращения места фамилии ряда наиболее активных коллекторов материала перечислены здесь с указанием сокращений: Держинский Е.А. – (Д), Коцур В.М. – (К), Кузнецов В.А. – (Куз), Плискевич Е.С. – (П), Солодовников И.А. – (С), Татун Е.В. – (Т), во всех остальных случаях дана полная фамилия сборщика или лица, представившего информацию. Неоценимую помощь в детерминации и подтверждении определений некоторых видов оказали С.А. Курбатов (Всероссийский центр карантина растений, Московская область, пос. Быково), А.С. Просфиров (биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва), за что авторы очень признательны.

Результаты и их обсуждение. Сем. RHYSODIDAE Erichson, 1848 (Ризодиды)

Rhysodes sulcatus (Fabricius, 1787). Крайне редок и локален в республике, новый локалитет: Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под которой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), остатки 1 экз.

Сем. CARABIDAE Latreille, 1802 (Жужелицы)

****Tachyura (Tachyura) diabrachys** (Kolenati, 1845). Крайне редок и локален в регионе. Вероятен завоз в центр республики. Минская обл., Минский р-н, СВ окр. г. Минска, южн. бер. Заславского вдхр., песчаный пляж, в метре от воды, h = 208 м, 53°57'16.63" N, 27°22'7.85" E, 05.06.2018 (Куз), 1 экз.

Paratachys bistriatus (Duftschmid, 1812). Редок и локален в республике. Гомельская обл., Гомельский р-н, 2,6 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, песчаный пляж, 04.06.2017 (Куз), 1 самка, там же, 02.06.2018 (Куз), 9 экз.

2Bradycellus csikii*** Laczó, 1912. Новый локалитет: Минская обл., Минский р-н, ССЗ окраина г. Минска, экотон поле/лес, h = 231 м, 53°57'27.91" N, 27°30'54.63" E, 02.05.2018 (Куз), 2 экз.

Harpalus picipennis (Duftschmid, 1812). Новый локалитет: Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, почвенные ловушки, Линия 128, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 15.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 3 экз.

7Ophonus laticollis*** Mannerheim, 1825. Гомельская обл., Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 1 самка.

7Licinus depressus*** (Paykull, 1790). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, почвенные ловушки, Линия 128, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 15.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 2 экз.; Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 2 экз. Впервые приведен для Мозырского Полесья.

Badister dorsiger (Duftschmid, 1812). Новый локалитет: Гомельская обл., Гомельский р-н, 3 км СЗ п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, экотон лес/луг, затопленный валежник, 52°7'17.90" N, 30°57'12.12" E, h = 120 м, 29.04.2018 (Куз), 1 самка.

Demetrias monostigma Samouelle, 1819. Новые локалитеты: Гомельская обл., Гомельский р-н, 6,5 км 3 п. Рудня-Моримоново, под корой сухих веток ивы, пойма реки Днепр (левый берег), h = 111 м, N 52° 9'58.89", E 30°37'20.32", 15.04.2018 (С), 1 экз.; 6,3 км 3 п. Рудня-Моримоново, под корой сухих веток дуба и осины, пойма реки Днепр (левый берег), h = 112 м, N 52° 9'57.09", E 30°37'36.67", 15.04.2018 (С, К), 2 экз.

7Demetrias imperialis*** (Germar, 1824). Гомельская обл., Гомельский р-н, 6,5 км 3 п. Рудня-Моримоново, под корой сухих веток ивы, пойма реки Днепр (левый берег), h = 111 м, N 52° 9'58.89", E 30°37'20.32", 15.04.2018 (К), 2 экз.

7Dromius quadrimaculatus*** (Linnaeus, 1758). Гомельская обл., Гомельский р-н, 6,5 км 3 п. Рудня-Моримоново, под корой сухих веток ивы, пойма реки Днепр (левый берег), h = 111 м, N 52° 9'58.89", E 30°37'20.32", 15.04.2018 (С), 1 экз.

7Paradromius longiceps*** Dejean, 1826. **Витебская обл.**, 1 км Ю г. Витебска, между ж.-д. ст. Лучеса и д. Сокольники, берег безымянного ручья, под корой тонких веточек ивы (*Salix caprea*), h = 143 м, N 55° 8'45.90", E 30°13'26.16", 21.04.2018 (С), 5 экз.; вост. окраина г. Витебска, левый берег р. Витьба, под корой тонких веточек ивы (*Salix caprea*), h = 137 м, N 55°12'44.32", E 30°16'54.58", 24.04.2018 (С), 1 самка, 1 самец. **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 6,5 км 3 п. Рудня-Моримоново, под корой сухих веток ивы, пойма реки Днепр (левый берег), h = 111 м, N 52° 9'58.89", E 30°37'20.32", 15.04.2018 (С), 3 самки, 2 самца. Новый вид для Гомельского Полесья.

Сем. LEIODIDAE Fleming, 1821 (Лейодиды)

1Ptomaphagus (s. str.) sericatus*** (Chaudoir, 1845) (= *Ptomaphagus chendai* Müller, 1921). Многочисленные находки по Витебскому р-ну. Обычен и многочислен в различных лесных, луговых биоценозах и агроценозах, нередок в урбоценозах. Зимуют имаго.

1Ptomaphagus (s. str.) varicornis*** (Rosenhauer, 1847). Редок и локален на севере республики. Витебский р-н, СВ окраина г. Витебска, дол. р. Витьба, пересохшее русло реки, 21.08.2015 (Куз), 1 самка; г. Витебск, ручей Гапеевский, каньон, заросший серой ольхой, ивой, черемухой, вязом + клен ясенелистный, Линия 140 (рабочая 3), h = 153 м, N 55°11'11.41", E 30°12'50.06", 21.05–02.06.2018 (С), 1 экз.; г. Витебск, ручей Гапеевский в р-не впадения р. Дунай, парк, Линия 141 (рабочая 4), h = 152 м, N 55°11'22.31", E 30°12'45.99", 02–15.06.2018 (С), 1 самец.

*****Choleva (Cholevopsis) spadicea spadicea*** (Sturm J., 1839). Крайне редок и локален. Нередок в почвенных ловушках по берегам водотоков, вероятно, связан с норами мышевидных грызунов и кротов. **Витебская обл.**, Витебский р-н, г. Витебск, ручей Гапеевский, каньон, заросший серой ольхой, ивой, черемухой, вязом + клен ясенелистный, Линия 140 (рабочая 3), h = 153 м, N 55°11'11.41", E 30°12'50.06", 21.05–02.06.2018 (С), 1 самка. **Гомельская обл.**, Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки,

Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 27.04–16.05.2009 (С), 1 самка; там же, 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 3 самки; Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, почвенные ловушки, Линия 131, h = 155 м, N 51°56'44.21", E 29°26'28.78", 17.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 6 экз.

****Choleva (s. str.) agilis** (Illiger, 1798). Местами обычен, но крайне локален. Встречается в норах мышевидных грызунов, кротов, нередко в почвенных ловушках по берегам водотоков. **Витебская обл.**, Витебский р-н, г. Витебск, парк в р-не ручья Гапеевский, левый борт ручья, обнажения белых песков с глиной, в норах грызунов, h = 150 м, 55°11'22.09" N, 30°12'44.34" E, 07.05.2018 (С, Куз), 1 самец; г. Витебск, ручей Гапеевский, р-н 11-й школы, каньон, заросший серой ольхой, ивой, ясенем, вязом + клен ясенелистный, Линия 139 (рабочая 2), h = 157 м, N 55°10'56.58", E 30°13'7.79", 21.05–02.06.2018 (С), 14 экз.; там же, ручей Гапеевский, каньон, заросший серой ольхой, ивой, черемухой, вязом + клен ясенелистный, Линия 140 (рабочая 3), h = 153 м, N 55°11'11.41", E 30°12'50.06", 21.05–02.06.2018 (С), 23 экз.; там же, ручей Гапеевский в р-не впадения р. Дунай, парк, Линия 141 (рабочая 4), h = 152 м, N 55°11'22.31", E 30°12'45.99", 21.05–02.06.2018 (С), 2 самки. **Гомельская обл.**, Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 5 самок, 1 самец.

7*Choleva (s. str.) oblonga oblonga Latreille, 1807. Гомельская обл., Жлобинский р-н, д. Степы, погреб, 07.12.2011–07.01.2012 (М.С. Костейко), 1 самец; Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 27.04–16.05.2009 (С), 1 самка.

1*Agathidion (Cyphocele) nigrinum Sturm, 1807. Крайне редок и локален, ранее в середине XIX века был отмечен для окр. Борисова (Wankowicz, 1869; Анжелины, Перковский, 1998). Витебская обл., Лиозненский р-н, переход д. Соловьево – д. Рыжики, 43 км ЮВ Витебска, долина ручья, поросшая широколиственным лесом, на грибе *Letiporus sulphureus* на дубе, 08.06.2011 (С), 1 экз.

Сем. SILPHIDAE Latreille, 1807

7*Dendroxena (=Xylodrepa) quadrimaculata (Scopoli, 1772). Гомельская обл., Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 17.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 6 экз.; Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, почвенные ловушки, Линия 131, h = 155 м, N 51°56'44.21", E 29°26'28.78", 17.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 3 экз.

Сем. SCYDMAENIDAE Leach, 1815 (Сцидмении)

7*Microscydus minimus (Chaudoir, 1845). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 6 экз.

7*Neuraphes (s. str.) angulatus (P.W.J. Müller et Kuntze, 1822). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осинкой, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 1 экз.; Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 4 экз.

7*Neuraphes (s. str.) elongatulus (P.W.J. Müller et Kuntze, 1822). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 5 экз.; Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 6 экз.

7*Stenichnus collaris collaris (P.W.J. Müller & Kunze, 1822). Гомельская обл., Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 2 экз.

7Stenichnus godarti*** (Latreille, 1806). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 2 экз.; Гомельский р-н, 3 км СЗ п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, экотон лес/луг, под корой дуба, 52° 7'38.23" N, 30°57'20.35" E, h = 122 м, 29.04.2018 (Куз), 1 экз.

7Stenichnus scutellaris*** (P.W.J. Müller et Kuntze, 1822). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 3 экз.; окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 6 экз.

7Euconus (s. str.) hirticollis*** (Illiger, 1798). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км З п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осинкой, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 1 экз.; 3 км СЗ п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, под корой ползатоппленной черной ольхи, 52° 7'30.96" N, 30°57'5.41" E, h = 110 м, 29.04.2018 (Куз), 1 экз.

7Scydmaenus (Cholerus) perrisi*** (Reitter, 1879). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 1 самка, 1 самец.

7Scydmaenus (Parallomicrus) rufus*** (P.W.J. Müller et Kuntze, 1822). Гомельская обл., Гомельский р-н, 3 км СЗ п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, экотон лес/луг, под корой березы, 52° 7'17.90" N, 30°57'12.12" E, h = 120 м, 29.04.2018 (Куз), 2 экз.

7Tyrus mucronatus mucronatus*** (Panzer, 1805). Гомельская обл., Гомельский р-н, 3 км СЗ п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, экотон лес/луг, под корой дерева с муравьями *Lasius niger*, 52° 7'17.90" N, 30°57'12.12" E, h = 120 м, 29.04.2018 (Куз), 2 экз.

Сем. STAPHYLINIDAE Latreille, 1802 (Стафилиниды)

1Megarathrus depressus*** (Paykull, 1789). Локален, но местами обычен на забродившем соке берез. Изредка попадает в почвенные ловушки. Витебская обл., Витебский р-н, 3 км ЮВ Витебска, смешанный лес, на соке березы, 30.04.1994 (С), 25 экз.; 4 км Ю Витебска, берег р. Лучеса, смешанный лес, на соке березы, 22.04.1995 (С), 1 экз.; г. Витебск, ручей Гапеевский в р-не впадения р. Дунай, парк, Линия 141 (рабочая 4), h = 152 м, N 55°11'22.31", E 30°12'45.99", 02–15.06.2018 (С), 4 самки, 1 самец. Имаго зимуют.

*****Megarathrus nitidulus*** Kraatz, 1857. Редок и локален. Витебская обл., Витебский р-н, г. Витебск, ручей Гапеевский в р-не впадения р. Дунай, парк, Линия 141 (рабочая 4), h = 152 м, N 55°11'22.31", E 30°12'45.99", 02–15.06.2018 (С), 2 самца.

7Metopsia similis*** Zerche, 1998. Крайне редок и локален, новые локалитеты: Гомельская обл., Гомельский р-н, 3 км СЗ п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, под корой ползатоппленной черной ольхи, 52° 7'30.96" N, 30°57'5.41" E, h = 110 м, 29.04.2018 (Куз), 1 самец (отпрепарирован); Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 1 самка.

1Omalius rugatum*** Rey, 1880. Крайне редок и локален на севере республики. Витебская обл., Витебский р-н, г. Витебск, ручей Гапеевский, р-н 11-й школы, каньон, заросший серой ольхой, ивой, ясенем, вязом + клен ясенелистный, Линия 139 (рабочая 2), h = 157 м, N 55°10'56.58", E 30°13'7.79", 21.05–02.06.2018 (С), 2 самки.

Lesteva (s. str.) longoelytrata longoelytrata (Goeze, 1777). Довольно редок и локален. Новые находки: Витебская обл., г. Витебск, ручей Гапеевский, каньон, заросший серой ольхой, ивой, черемухой, вязом + клен ясенелистный, Линия 140, h = 153 м, N 55°11'11.41", E 30°12'50.06", 21.05–02.06.2018 (С), 1 самка; там же, 02–15.06.2018 (С), 1 самка; г. Витебск, ручей Дунай, участок 2 (вяз, клен, липа, разнотравье, осока), Линия 148-2, h = 160 м, 55°11'26.99" N, 30°13'15.49" E, 01–27.05.2018 (П), 2 самки.

*****Medon apicalis*** (Kraatz, 1857). Крайне редок и локален в регионе. Витебская обл., Сенненский р-н, 1,5 км В д. Щитовка, 35 км ЮЮВ Витебска, экотон елово-березовый лес/низинное болото, осоки, тростник, черная ольха, кошение, h = 166 м, 54°52'26.60" N, 30°24'10.12" E, 12.06.2017 (С), 1 экз.

Medon fuscus (Mannerheim, 1830). Редок и локален. Новые находки: Витебская обл., Витебский р-н, г. Витебск, парк в р-не ручья Гапеевский, левый борт ручья, обнажения белых песков с глиной, в норах грызунов, h = 150 м, 55°11'22.09" N, 30°12'44.34" E, 07.05.2018 (С, Куз), 40 экз.; г. Витебск, парк

в р-не ручья Дунай, левый борт ручья, в подстилке и строительном мусоре, h = 155 м, 55°11'27.98" N, 30°12'55.84" E, 08.05.2018 (С), 1 самка, 1 самец.

7*Conosoma testaceus (Fabricius, 1792). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 1 экз.

1*Trichophya pilicornis (Gyllenhal, 1810). Редок и локален. Витебская обл., Лиозненский р-н, окр. д. Бабиновичи, бер. оз. Зеленское, лет, h = 158 м, 54°50'12.77" N, 30°35'16.23" E, 02.06.2016 (С), 1 экз.

7*Habrocerus capillaricornis (Gravenhorst, 1806). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, почвенные ловушки, Линия 131, h = 155 м, N 51°56'44.21", E 29°26'28.78", 17.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 4 экз.

7*Anotylus tetracaratus (Block, 1799). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 2 экз.

****Homoeusa acuminata** (Märkel, 1842). Встречается в относительно сухих местах, в старых пнях, под большими камнями, опавшими листьями, где живет в гнездах муравьев рода *Lasius* F. Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 2 самки.

7*Dinarda dentata (Gravenhorst, 1806). Гомельская обл., Гомельский р-н, 3 км NW п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, экотон лес/луг, в муравейнике *Formica sanguinea*, 52° 7'38.23" N, 30°57'20.35" E, h = 122 м, 29.04.2018 (Куз), 8 экз.

Сем. PSELAPHIDAE Latreille, 1802 (Ощупники)

7*Biblopectus ambiguus (Reichenbach, 1816). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 1 самка, 1 самец; Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 1 самец.

7*Biblopectus spinosus Raffray, 1914. Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 3 самца, 2 самки.

7*Euplectus kirbii kirbii Denny, 1825. Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 4 экз.

7*Euplectus brunneus (Grimmer, 1841). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 1 экз.

7*Trimium brevicorne (Reichenbach, 1816). Гомельская обл., Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, почвенные ловушки, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 16.04–12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы, К), 4 экз.

****Batrisus formicarius** Aubé, 1833. Крайне редок и локален, отмечен в гнездах муравьев рода *Lasius* F. Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 3 экз.

7*Batrisodes (s. str.) delaportei (Aube, 1833). Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 4 экз.

****Batrisodes (s. str.) adnexus** (Hampe, 1863). Крайне редок и локален, отмечен в гнездах муравьев рода *Lasius* F. Гомельская обл., Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 1 экз.

7*Brachygluta fossulata (Reichenbach, 1816). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 1 экз.

1Reichenbachia juncorum*** (Leach, 1817). Крайне редок и локален, известен из двух локалитетов. Витебская обл., Верхнедвинский р-н, 3 берег оз. Освейское, д. Суколи, заливной луг, 10.06.1998 (С), 2 экз.; Ушачский р-н, д. Тетче, в скошенной траве, h = 130 м, 55°13'48,06" N, 28°57'09,72" E, 31.07.2017 (П), 1 экз.

7Bryaxis bulbifer*** (Reichenbach, 1816). Гомельская обл., Гомельский р-н, 5,8 км 3 п. Рудня-Моримоново, песчаная гряда, поросшая разреженным дубом, сосной и осиной, в подстилке, h = 117 м, N 52°10'5.28", E 30°37'53.01", 16.04.2018 (С), 6 экз.; 3 км NW п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, под корой полузатоленной черной ольхи, 52° 7'30.96" N, 30°57'5.41" E, h = 110 м, 29.04.2018 (Куз), 8 экз.

Сем. GEOTRUPIDAE Latreille, 1802

7Geotrupes* (s. str.) *mutator*** (Marsham, 1802). Новый локалитет: Гомельская обл., Гомельский р-н, 6 км 3 п. Рудня-Моримоново, на песчаной дороге, пойма реки Днепр (левый берег), 15.04.2018 (К), 1 экз.

Сем. SCARABAEIDAE Latreille, 1802 (Пластиночатоусые)

Tropinota* (*Epicometis*) *hirta (Poda, 1761). Новый локалитет: Могилевская обл., Осиповичский р-н, 1,2 км Ю ж.-д. ст. Верхи, сосново-смешанный лес, лет, h = 154 м, 53°21'11.87" N, 28°26'3.56" E, 03.05.2018 (Куз), 4 экз.

Сем. TROGIDAE MacLeay, 1819

5Trox sabulosus sabulosus*** (Fabricius, 1758). Могилевская обл., Осиповичский р-н, 1,2 км Ю ж.-д. ст. Верхи, сосново-смешанный лес, на экскрементах, h = 159 м, 53°21'4.32" N, 28°25'47.15" E, 03.05.2018 (Куз), 10 экз.

Сем. ELATERIDAE Leach, 1815 (Щелкуны)

*****Agriotes* (s. str.) *gurgistanus*** (Faldermann, 1835). Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Вертелишки, 02.07.1984 (Н.И. Рубин), 1 самка, [det. A.S. Prosvirov, 2017].

Сем. EUCNEMIDAE Eschscholtz, 1829 (Эукнемиды, или Древоеды)

*****Clypeorhagus clypeatus*** (Hampe, 1850). Крайне редок и локален. Витебская обл., Витебский р-н, 4 км Ю Витебска, прав. бер. р. Лучеса, смешанный сосновый лес, лет в полдень на поляне, 31.07.2017 (С), 1 экз.

Сем. ANOBIIDAE Kirby, 1837 (Точильщики)

Ernobius angusticollis (Ratzeburg, 1847). Вид ранее был приведен в 1999 году (Солодовников, 1999) по неправильному определению *E. longicornis*. В регионе крайне редок и локален. Новый материал: Витебская обл., Витебский р-н, 4 км Ю г. Витебска, окр. д. Старинки, левый бер. р. Лучеса, овраги, смешанный елово-мелколиственный лес с кленами, на свет, h = 175 м, 55° 7'32.89" N, 30°12'8.75" E, 02.06.2015 (Д), 1 самец (отпрепарирован). Найден в Латвии [8].

*****Ernobius pini pini*** (Sturm J., 1837). Крайне редок и локален в Республике Беларусь. Брестская обл., с. Томашевка, 60 км Ю Бреста, на свет, 01.06.2000 (И.А. Орлов), 1 экз.

1Xyletinus* (s. str.) *ater*** (Creutzer, 1796). Редок и локален в регионе. Витебская обл., Сенненский р-н, окр. д. Щитовка, 37 км ЮЮВ Витебска, газовая просека, зарастающая березой, сосной, осиной, дубом и вереском на песках N 1, кошение, 54°52'15,70" N, 30°22'34,24" E, h = 173 м, 01.06.2017 (С), 1 экз.; там же, 12.06.2017 (С), 1 экз.

1Dorcatoma punctulata*** Mulsant et Rey, 1864. Редок и локален. Личинки развиваются в грибах-трутовиках. Витебская обл., Витебский р-н, 2–3 км СВ Витебска, окр. п. Тулово, территория бывшего Витебского ботанического заказника местного значения, трутовики на ольхе серой, 18.06.2015 (Куз), 1 экз. Также интересно приведение находки и с Минской области: Молодечненский р-н, д. Уша-2, бер. р. Уша, h = 249 м, 54°05'20.05" N, 27°07'28.48" E, 17.07.2016 (Куз), 1 экз.

1Dorcatoma substriata*** Hummel, 1829 (= *D. serra* (Panzer, 1795 nec Fabricius, 1792). Крайне редок и локален в регионе. Витебская обл., Лепельский р-н, ББГЗ, окр. стационара «Савский Бор», кв. 435, просека в ельнике черничном, светоловушка, 08.07.2014 (Д), 1 экз.

*****Caenocara subglobosa*** (Mulsant et Rey, 1864). Крайне редок и локален. Развиваются в плодовых телах *Lycoperdon* ssp. Витебская обл., Лепельский р-н, ББГЗ, пос. Домжерицы, ловушка Малеза, 07.1990 (М.Н. Максименков), 3 экз.

Сем. MALACHIIDAE Fleming, 1821 (Малашки)

7Cerapheles terminatus*** (Ménétriés, 1832). Гомельская обл., Гомельский р-н, 2,6 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, широколиственный лес с полянами, кошение, 52° 6'54.38" N, 30°56'51.59" E, h = 123 м, 10.06.2017 (Куз), 1 самка.

Сем. CUCUJIDAE Latreille, 1802 (Плоскотелки)

7Cucujus cinnabarinus*** (Scopoli, 1763). Мозырский р-н, окр. п. Новая Нива, 19,6 км ВЮВ Мозыря, овраг № 1, поросший грабом, дубом, березой и кленом, трутовики на стволе старой осины, Линия 132, h = 149 м, N 51°56'33.18", E 29°27'56.70", 12.05.2018 (С, С.В., О.И., А.И. Солодовниковы), 3 экз.

Сем. CORYLOPHIDAE LeConte, 1852 (Гнилевика)

7Corylophus cassidoides*** (Marsham, 1802). Гомельская обл., Гомельский р-н, 3 км NW п. Новая Гута, лев. бер. р. Сож, под корой полузатоупленной черной ольхи, 52° 7'30.96" N, 30°57'5.41" E, h = 110 м, 29.04.2018 (Куз), 1 экз.

Сем. BOTHRIDERIDAE Erichson, 1845 (Ботридериды)

5, 7Bothrideres contractus*** (Geoffroy, 1785). Могилевская обл., Осиповичский р-н, 1,2 км Ю ж.-д. ст. Верх, сосново-смешанный лес, под корой сосны, h = 154 м, 53°21'11.87" N, 28°26'3.56" E, 03.05.2018 (Куз), 4 экз. **Гомельская обл.**, Мозырский р-н, 1,5 км ВЮВ п. Стрельск, овраг № 2, поросший грабом, дубом и кленом, под корой дуба в гнездах *Lasius brunneus*, h = 160 м, N 51°56'39.03", E 29°26'21.57", 17.04.2018 (С), 12 экз.

Сем. OEDEMERIDAE Latreille, 1810 (Узконадкрылки)

*****Oedemera flavipes*** (Fabricius, 1792). Гомельская обл., Гомельский р-н, 2,7–3 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, ручной сбор по травостою, 52° 6'37.57" N, 30°56'40.03" E, h = 114 м, 02.06.2018 (Куз), 1 самец.

Сем. TENEBRIONIDAE Latreille, 1802 (Чернотелки)

7Lagria atripes*** Mulsant et Guillebeau, 1855. Гомельская обл., Гомельский р-н, 2,6 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, 04.06.2017 (Куз), 1 самец.

*****Diaclina fagi*** (Panzer, 1799). Крайне редок и локален. Витебская обл., Витебский р-н, г. Витебск, Первомайский р-н, 3-й пер. Крупской, р-н 43-й школы, на сухом стволе тополя, на свет фонаря в 23.00, h = 143 м, 55° 9'39.17" N, 30°11'35.44" E, 31.05.2018 (С), 1 экз.

1Neatus picipes*** (Herbst, 1797). Крайне редок и локален. Витебская обл., Сенненский р-н, 1,5 км ЮЗ д. Щитовка, 37 км ЮЮВ Витебска, под корой мертвой сосны на границе сплошной вырубке, h = 180 м, 54°51'47.49" N, 30°22'27.41" E, 27.03.2016 (С), 1 мертвый жук под корой. Витебский р-н, г. Витебск, Первомайский р-н, 3-й пер. Крупской, р-н 43-й школы, на сухом стволе тополя, на свет фонаря в 23.00, h = 143 м, 55° 9'39.17" N, 30°11'35.44" E, 31.05.2018 (С, К), 2 экз.

1Corticeus (Paraphloeus) fraxini*** (Kugelann, 1794). Редок и локален. Обитает под корой ели и сосны. Витебская обл., Сенненский р-н, 800 м СВ д. Погребенка, 40 км ЮЮВ Витебска, старый сосновый лес, местами сосновые посадки, под корой сосны, 54°51'34.98" N, 30°22'31.04" E, h = 173 м, 05.03.2017 (С), 1 экз. Витебский р-н, д. Придвинье, 13 км З Витебска, под корой сосны, 31.08.1995 (С), 2 экз.; 4 км Ю Витебска, опушка смешанного леса, под корой ели, 28.03.2004 (С), 1 экз.; окр. оз. Шевино, 18 км З Витебска, сосновый лес, под корой мертвых сосен у комля, 55°10'58.00" N, 29°54'25.54" E, h = 154 м, 08.04.2012 (С, К), 2 экз.

5Corticeus (s. str.) unicolor*** Piller et Mitterpacher, 1783. Могилевская обл., Осиповичский р-н, 1,2 км Ю ж.-д. ст. Верх, сосново-смешанный лес, под корой сосны, h = 154 м, 53°21'11.87" N, 28°26'3.56" E, 03.05.2018 (Куз), 1 экз.

Сем. DRYOPHTHORIDAE Schönherr, 1825 (Трубконосики)

5Dryophthorus corticallis*** (Paykull, 1792). Могилевская обл., Осиповичский р-н, 1,2 км Ю ж.-д. ст. Верх, сосново-смешанный лес, под корой сосны, h = 154 м, 53°21'11.87" N, 28°26'3.56" E, 03.05.2018 (Куз), 5 экз.

Сем. CURCULIONIDAE Latreille, 1802 (Долгоносики)

*****Otiorhynchus (Podoropelmus) albidus*** Stierlin, 1861. Отмечен в г. Витебске как вредитель сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*). Совместно с ним найден вид *Otiorhynchus (Proremus) rotundus* (Marseul, 1872). Недавно был отмечен на северо-западе России [2]. Витебская обл., Витебский р-н, г. Витебск, Железнодорожный р-н, ул. Локомотивная 7, на листьях сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*), h = 147 м, 55°11'49.22" N, 30°10'57.84" E, 20.06.2018 (С, Т), 16 экз.; г. Витебск, Железнодорожный р-н, ул. Локомотивная 5, на листьях сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*), h = 147 м, 55°11'43.87" N, 30°10'58.02" E, 20.06.2018 (С), 25 экз.; ул. Локомотивная 3, на листьях сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*), h = 145 м, 55°11'39.06" N, 30°10'57.98" E, 20.06.2018 (С), 20 экз.; 27.06.2018 (Т), 6 экз.; г. Витебск, Железнодорожный р-н,

ул. 5-а Свердлова 12, на листьях сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*), h = 146 м, 55°11'38.67" N, 30°10'42.85" E, 21.06.2018 (В. Никиткина, А. Павлович, Е. Солдатенкова), 7 экз.

2Otiorhynchus (Dufanastus) aurosparsus*** Germar, 1824. Имаго повреждает почки и бутоны плодовых деревьев: яблони, груши, вишни, черешни и многих кустарников: малины, смородины, крыжовника, винограда. Личинка развивается в почве. Минская обл., Минский р-н, СЗ окраина г. Минска, экотон поле/лес, на вязе, h = 231 м, 53°57'27.91" N, 27°30'54.63" E, 19.05.2016 (Куз), 4 экз.; там же, экотон поле/лес, h = 231 м, 53°57'27.91" N, 27°30'54.63" E, 29.05.2016 (Куз), 4 экз. [det. И. Забалуев, 2017].

*****Otiorhynchus (Dorymerus) sulcatus*** (Fabricius, 1775). В Средней Европе размножается партеногенетически. В Польше заселяет, в целом, открытые территории; часто отмечается в городских садах, на полях, опушках леса и на сухих склонах. Крайне редок и локален в регионе. Вероятен завоз его с сопредельных территорий. **Витебская обл.**, Витебский р-н, г. Витебск, ул. Осипенко, частный дом, внутри, XI.2017 (Т.В. Тимошенко), 1 самка; г. Витебск, им. Миняя Шмырева, Линия 146, участок 2, ива + разнотравье, h = 142 м, 55°12'4.99" N, 30°12'2.18" E, 12.07–30.08.2018 (П), 1 самка. **Минская обл.**, Минский р-н, СВ окраина г. Минска, д. Затень, на поле, 04.04.2017 (Куз), 1 самка.

1, 2, 7Larinus (Larinomesius) carlinae*** (Olivier, 1807). Имаго развивается в соцветиях самых различных сложноцветных (*Cirsium*, *Carduus*, *Centaurea*, *Carlina*, *Chrysanthemum*, *Serratula*). **Витебская обл.**, Сенненский р-н, окр. д. Щитовка, 37 км ЮЮВ Витебска, газовая просека, зарастающая березой, сосной, дубом и вереском на песках N 1, кошение, 54°52'15.70" N, 30°22'34.24" E, h = 173 м, 20.06.2017 (С), 1 экз. **Минская обл.**, Минский р-н, ССЗ окраина г. Минска, лесопарк «Новинки», 26.05.2016 (Куз), 5 экз. **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 6 км СВ п. Старые Дятловичи, долина реки Сож, на околоводной растительности, 19.06.2016 (Куз), 1 экз.

2Lixus (Larinodontes) turbinatus*** Gyllenhal, 1836. Встречается в головках *Centaureae*. Минская обл., Минский р-н, ССЗ окраина г. Минска, лесопарк «Новинки», 26.05.2016 (Куз), 2 экз.

*****Lixus (Ortholixus) cinerascens*** Schönherr, 1832. Ранее был указан как *L. (Ortholixus) sanguineus* Rossi, 1790 (Tsinkevich, Solodovnikov, Rud'ko, 2001). Довольно редок и локален в регионе, известен с одного местообитания, которое в настоящее время сильно трансформировано. Личинка развивается на различных чертополохах (*Carduus*) (Тер-Минасян, 1967). **Витебская обл.**, Витебский р-н, окр. д. Пуща, 10 км В Витебска, суходольный луг на городище, 12.07.1999 (С), 1 экз.; почвенные ловушки, 14–29.05.2000 (С), 4 экз.; 01–10.06.2000 (С), 2 экз.; 21.06–04.07.2000 (С), 3 экз.; 17.07–05.08.2000 (С), 1 экз.; 30.08.2000 (С), 1 экз.; 23.09.2000 (С), 2 экз.; 10–20.05.2003 (С), 1 экз.; 10–31.05.2003 (С), 3 экз.

1Lixus (Dilixellus) bardanae*** (Fabricius, 1787). Редок и локален в регионе. Личинки развиваются в стеблях различных щавелей (*Rumex*), особенно щавеля конского (*Rumex confertus*). **Витебская обл.**, Сенненский р-н, окр. д. Щитовка, 37 км ЮЮВ Витебска, заболоченная газовая просека, осоки, таволга, ситники, на листьях конского щавеля, 54°52'37.80" N, 30°22'32.73" E, h = 166 м, 01.06.2017 (С), 1 экз.; там же, заболоченная газовая просека, осоки, таволга, ситники, кошение, 54°52'37.80" N, 30°22'32.73" E, h = 166 м, 15.06.2017 (С), 1 экз. Новые находки: **Минская обл.**, Минский р-н, ССЗ окраина г. Минска, лесопарк «Новинки», 26.05.2016 (Куз), 1 экз. **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 2,6 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, 04.06.2017 (Куз), 1 экз.; 2 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. д. Кошадино, лев. бер. р. Сож, поляны в широколиственном лесу, 52° 6'38.04" N, 30°57'16.28" E, h = 123 м, 20.05.2017 (Куз), 2 экз.

Lixus (Eulixus) myagri Olivier, 1807. Редок и локален, личинка развивается в стеблях крестоцветных (сем. Brassicaceae). Указан в аннотированном списке видов без приведения конкретных данных в найденных экземплярах [10]. **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 6 км СВ п. Старые Дятловичи, долина реки Сож, на околоводной растительности, 19.06.2016 (Куз), 1 экз.

2Lixus (Eulixus) subtilis*** Boheman, 1835. Вид впервые отмечен для Ошмяно-Минского геоботанического округа. Минская обл., Осиповичский р-н, 1 км СВ ж.-д. ст. Верхи, на полыни, 04.07.2016 (Куз), 2 экз.

*****Lixus (Dilixellus) fasciculatus*** Boheman, 1835. Редок и локален, личинка питается исключительно на полынях (*Artemisia*). **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 6 км СВ п. Старые Дятловичи, долина реки Сож, на полыни, 19.06.2016 (Куз), 1 экз.; 2,6 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, на полыни, 04.06.2017 (Куз), 1 экз.

*****Lixus (Dilixellus) pulverulentus*** (Scopoli, 1763). Редок и локален, личинки развиваются в стеблях просвирника лесного (*Malva sylvestris*) и шток-розы розовой (*Alcea rosea*), взрослые жуки многоядны. **Гомельская обл.**, Гомельский р-н, 2,6 км ЗСЗ п. Новая Гута, окр. санат. «Золотые пески», лев. бер. р. Сож, 04.06.2017 (Куз), 1 экз.; там же, лев. бер. р. Сож, 10.06.2017 (Куз), 1 экз.

*****Coniocleonus turbatus* (Fåhræus, 1842).** В связи с новыми систематическими исследованиями принимается самостоятельность этого таксона [9]. Развивается на *Calluna* (сем. Ericaceae). **Витебская обл.,** Сенненский р-н, окр. г. Сенно, 15.05–15.06.2011 (С.В. Ершов), 1 экз. Витебский р-н, г. Витебск, парк им. Красной Армии, сосновый лес на песке, полз, 29.05.1982 (С), 2 экз. **Могилевская обл.,** Осиповичский р-н, д. Кораны, 15.06.1996 (М.Н. Максименков), 4 экз. Гродненская обл., Гродненский р-н, окр. д. Вертелишки, 14.06.1987 (Н.И. Рубин), 1 экз.

1Archarius pyrrhoceras* (Marsham, 1802) (= *Balaninus pyrrhoceras*).** Нередок в регионе, развивается на дубах *Quercus* (сем. Fagaceae). Витебская обл., Сенненский р-н, 1 км В д. Щитовка, 35 км ЮЮВ Витебска, кошение по травостой и подросту в сосново-еловом смешанном лесу и по кустарникам, справа от старых рыбоводческих прудов, $h = 165$ м, $54^{\circ}52'24.62''$ N, $30^{\circ}23'49.80''$ E, 07.06.2016 (С), 1 экз. Витебский р-н, окр. г.п. Руба, 12 км СВ Витебска, старый доломитовый карьер, кошение по кустарникам, 07.05.1996 (С), 1 экз.; 3 км ЮЗ Витебска, опушка смешанно-елового леса, кошение по дубу, осине, березе, 21.05.1997 (С), 5 экз.

1Limobius borealis* (Paykull, 1792).** Редок и локален в регионе. Развивается на геранях *Geranium* ssp. Витебская обл., Лиозненский р-н, окр. д. Осипово, 34 км ЮЮВ Витебска, обочина Новооршанской трассы, кошение по травостой, березе, дубу, пойма р. Лучеса, $h = 155$ м, $54^{\circ}54'$ N, $30^{\circ}22'$ E, 31.05.2017 (С), 1 экз.

Заключение. В статье приведена информация о 89 видах, относящихся к 21 семейству. Двадцать видов впервые обнаружено для территории Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович, О.Р. Каталог жесткокрылых (Coleoptera, Insecta) Беларуси / О.Р. Александрович, И.К. Лопатин, А.Д. Писаненко, В.А. Цинкевич, С.М. Снитко. – Минск: ФФИ РБ, 1996. – 103 с.
2. Коротяев, Б.А. О находке в Санкт-Петербурге на сирени (*Syringa* L.) еще трех видов долгоносиков рода *Otiorhynchus* Germ. (Coleoptera, Curculionidae: Entiminae) / Б.А. Коротяев, Б.М. Катаев, А.В. Ковалев // Энтомологическое обозрение. – 2018. – Т. 97, вып. 1. – С. 93–101.
3. Солодовников, И.А. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) Белорусского Поозерья. С каталогом видов жужелиц Беларуси и сопредельных государств: монография / И.А. Солодовников. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2008. – 325 с.: ил.
4. Солодовников, И.А. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Беларуси и Белорусского Поозерья. Часть 3 / И.А. Солодовников // Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь: материалы междунар. науч.-практ. конф., п. Домжерицы, 24–26 сент. 2012 г. / редкол.: В.С. Ивкович (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Белорусский Дом печати, 2012. – С. 280–283.
5. Солодовников, И.А. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья. Часть 4 / И.А. Солодовников // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2012. – № 5(71). – С. 61–72.
6. Солодовников, И.А. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья и Республики Беларусь. Часть 5 // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2015. – № 1(85). – С. 23–37.
7. Солодовников, И.А. Новые и редкие виды жесткокрылых (Coleoptera) для Белорусского Поозерья и Республики Беларусь. Часть 7 / И.А. Солодовников // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси: XI Зоол. междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 1–3 нояб. 2017 г.: в 2 т. / редкол.: О.И. Бородин [и др.]. – Минск: Издатель А.Н. Вараксин, 2017. – Т. 2. – С. 434–442.
8. Telnov, D. Check-List of Latvian Beetles (Insecta: Coleoptera) / D. Telnov. – Second Edition. – Riga: Compendium of Latvian Coleoptera, 2004. – Vol. 1. – 114 p.
9. Arzanov, Yu.G. To the knowledge of weevils of the genus *Coniocleonus* Motschulsky (s. lato) (Coleoptera: Curculionidae, Lixinae) / Yu.G. Arzanov, Caucasian Entomological Bulletin. – 2006. – Vol. 2(1). – P. 109–126.
10. Островский, А.М. Предварительный список видов жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) юго-востока Республики Беларусь / А.М. Островский // Евразийский энтомологический журнал. – 2016. – Т. 15, вып. 4. – С. 379–386.

REFERENCES

1. Aleksandrovich O.R., Lopatin I.K., Pisanenko A.D., Tsinkovich V.A., Snitko S.M. *Katalog zhestkokrylykh (Coleoptera, Insecta) Belarusi* [Coleoptera, Insecta Catalogue of Belarus], Mn.: FFI RB, 1996, 103 p.
2. Korotiyev B.A., Katayev B.M., Kovalev A.V. *Entomologicheskoye obozreniye* [Entomological Review], 2018, 97(1), pp. 93–101.
3. Solodovnikov I.A. *Zhuzhelitsy (Coleoptera, Carabidae) Belorusskoy Pooseriya. S katalogom bidov zhuzhelits Belarusi i sopredelnykh gosudartstv: monografiya* [Beetles (Coleoptera, Carabidae) of Belarusian Pooseriya. With the Catalog of Beetle Species of Belarus and Neighboring Countries: Monograph], Vitebsk: UO «VGU im. P.M. Masherova», 2008, 325 p.
4. Solodovnikov I.A. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya osobo okhraniyemykh prirodnnykh territorii Respubliki Belarus: mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 24–26 sentiabria 2012 g., p. Domzheritsi* [Contemporary State and Prospects of the Development of Specially Protected Nature Territories of the Republic of Belarus: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, September 24–26, 2012, Domzheritsi], Minsk: Belorusski Dom pechaty, 2012, pp. 280–283.
5. Solodovnikov I.A. *Vesnik VDU imia P.M. Masherova* [Journal of Vitebsk State P.M. Masherov University], 2012, 5(71), pp. 61–72.
6. Solodovnikov I.A. *Vesnik VDU imia P.M. Masherova* [Journal of Vitebsk State P.M. Masherov University], 2015, 1(85), pp. 23–37.
7. Solodovnikov I.A. *Aktualniye problemi zoologicheskoi nauki v Belarusi: Sbornik statei XI Zoologicheskoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, priurochennoi k desiatiletiyu osnovaniya GNPO «NPTs NAN Belarusi po bioresursam», Belarus, Minsk, 1–3 noyabria 2017 g.* [Current Issues of Zoological Science in Belarus: Proceedings of the XI Zoological International Scientific and Practical Conference, Belarus, Minsk, November 1–3, 2017], Minsk, Izdatel A.N. Varaksin, 2017, pp. 434–442.
8. Telnov D. Check-List of Latvian Beetles (Insecta: Coleoptera). Second Edition. – Riga, 2004, Compendium of Latvian Coleoptera. – Vol. 1. – 114 p.
9. Arzanov, Yu.G. To the knowledge of weevils of the genus *Coniocleonus* Motschulsky (s. lato) (Coleoptera: Curculionidae, Lixinae). Caucasian Entomological Bulletin. – 2006. – Vol. 2(1). – P. 109–126.
10. Ostrovski A.M. *Yevraziyski entomologicheski slovar* [Eurasian Entomological Dictionary], 2016, 15, 4, pp. 379–386.

Поступила в редакцию 01.10.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: iasolodov@mail.ru – Солодовников И.А.

Экологическая характеристика комплексов насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорциях голубики обыкновенной (*Vaccinium uliginosum*) в Белорусском Поозерье

О.И. Хохлова, А.О. Зуева, А.А. Мякиникова

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

Кустарнички *Vaccinium uliginosum* создают определенный микроклимат, влияют на почвенный режим и являются кормовыми растениями для многих консументов, включая насекомых. Это характеризует их как важных средообразователей. Морфологические особенности голубики, такие как одревесневшие побеги, жесткие кожистые листья с восковым налетом, способствуют формированию связанных с ней специфических комплексов консументов, в числе которых фитофаги, повреждающие вегетативные и генеративные органы. Голубика обыкновенная – важный биологический ресурс Витебской области, так как обладает ценными пищевыми качествами и является лекарственным растением. Поэтому изучение экологических особенностей организмов, обладающих трофическими и топическими связями с *Vaccinium uliginosum*, представляет как научный интерес, так и практический.

Цель данной работы – проанализировать экологические особенности комплексов насекомых в консорции голубики обыкновенной в Белорусском Поозерье.

Материал и методы. Исследования проводились с мая по октябрь включительно в 2016–2018 гг. на верховых болотах Витебской области («Болото Мох» – 55°37'N28°06' E, «Оболь 2» – 54°51'N30°42'E, «Придвинье» – 55°10'N29°57'E) с использованием стандартных энтомологических методик.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований в консорции *Vaccinium uliginosum* был выявлен 81 вид насекомых, принадлежащих к 51 роду 39 семейств 10 отрядов открыточелюстных насекомых. Наибольшим количеством видов представлены фитофаги, среди которых преобладают полифаги. Большинство видов являются обитателями лесов (30,23%), болот (13,95%) и эврибионтами (17,44%). По предпочтению различных жизненных форм растений установлены представители 7 различных групп, среди которых по числу выявленных экземпляров большинство приходится на долю дендротамнохамехортобионтов (28,59%), обитающих в широком спектре ярусов. По фенологии имаго большинство видов (39,62%) принадлежит к летнему аспекту.

Заключение. В консорции голубики обыкновенной в условиях Белорусского Поозерья преобладают фитофаги с широким спектром пищевой специализации. Среди специализированных фитофагов большинство составляют олигофаги кустарничков рода *Vaccinium*. Значительное число видов являются обитателями лесов с широким спектром предпочтения различных жизненных форм растений, имаго которых обладают преимущественно летней активностью.

Ключевые слова: *Vaccinium uliginosum*, консорции, насекомые, Белорусское Поозерье.

Ecological Characteristics of Insect Complexes (Insecta, Ectognatha) in Consortiums of Blueberry (*Vaccinium uliginosum*) in the Belarusian Lake District (Poozeriye)

O.I. Khokhlova, A.O. Zueva, A.A. Myakinikova

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

Vaccinium uliginosum creates a certain microclimate and affect the soil regime and are fodder plants for many consumers, including insects. This characterizes them as important environment formers. The morphological features of blueberries, such

as lignified shoots, hard leaves with a waxy coating, contribute to the formation of specific complexes of consumers associated with it, including phytophages damaging vegetative and generative plant organs. Blueberry is an important biological resource of Vitebsk Region, as it has valuable nutritional properties and is a medicinal plant. Therefore, the study of the ecological features of organisms with trophic and topical relationships with *Vaccinium uliginosum*, is of both scientific interest and practical importance.

The purpose of this work is to analyze the ecological features of insect complexes in the consortia of blueberry in the Belarusian Lake District (Poozeriye).

Material and methods. The research was carried out on the peat bogs of Vitebsk Region («Boloto Mokh» – 55°37'N28°06'E, «Obol 2» – 54°51'N30°42'E, «Pridvinie» – 55°10'N29°57'E) using standard entomological techniques from May to October 2016–2018.

Findings and their discussion. As a result of the research in the consortia of *Vaccinium uliginosum*, 81 species of insects belonging to 51 genus 39 families of 10 orders of insects were identified. The greatest number of species was phytophages, among which polyphages prevailed. Most of the species are inhabitants of forests (30,23%), wetlands (13,95%) and eurybionts (17,44%). According to the preferences of various life forms of plants, representatives of 7 different groups were established, among which, by the number of identified specimens, the majority accounted for dendrotamnohamexhorthobionts (28,59%) which inhabit a wide range of layers. According to the phenology of imago, the majority of species (39,62%) belonged to the summer aspect.

Conclusion. Phytophages with a wide range of food specialization prevailed in the consortia of blueberry in Belarusian Lake District. Among the specialized phytophages, the majority were oligophagous shrubs of *Vaccinium* genus. Most species are forest dwellers with a wide range of preferences for various life forms of plants, whose imagoes have predominantly summer activity.

Key words: *Vaccinium uliginosum*, consortia, insects, Belarusian Lake District (Poozeriye).

Голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L., 1753) – растение семейства Вересковые, распространенное на территории Белорусского Поозерья. Его типичными местами произрастания являются сфагновые болота, сфагновые сплавины зарастающих водоемов, заболоченные леса преимущественно на торфяных почвах. Кустарнички голубики создают определенный микроклимат, влияют на почвенный режим и являются кормовыми растениями для многих консументов, включая насекомых. Это характеризует их как важных средообразователей, учитывая, что срок жизни побегов может составлять до 90 лет [1]. Морфологические особенности голубики, такие как одревесневшие побеги, жесткие кожистые листья с восковым налетом, способствуют формированию связанных с ней специфических комплексов консументов, в числе которых фитофаги, повреждающие вегетативные и генеративные органы. Следует отметить, что *Vaccinium uliginosum* в Белорусском Поозерье является представителем перигляциальной флоры, которая занимала обширные территории, освободившиеся после последнего оледенения, и входит в число растений, колонизировавших первыми данную территорию [2].

Голубика обыкновенная – важный биологический ресурс Витебской области, так как обладает ценными пищевыми качествами и является лекарственным растением. Поэтому исследование экологических особенностей организмов, характеризующихся трофическими и топическими связями с *Vaccinium uliginosum*, представляет как научный интерес, так и практический. Однако экологические особенности комплексов насекомых, формирующих трофические и топические связи с голубикой обыкновенной, до сих пор были слабо изучены. Имеющиеся материалы исследований в основном касаются биоразнообразия консорций *Vaccinium uliginosum* [3] либо отдельных экологических аспектов различных таксонов насекомых [4; 5].

Цель данной работы – проанализировать экологические особенности комплексов насекомых в консорции голубики обыкновенной в Белорусском Поозерье.

Материал и методы. Сборы материала осуществлялись с мая по октябрь включительно в 2016–2018 гг. на верховых болотах Витебской области («Болото Мох» – 55°37'N 28°06' E, «Оболь 2» – 54°51'N 30°42'E, «Придвинье» – 55°10'N 29°57'E). Исследования проводились на фиксированных трансектах длиной 50 метров методом энтомологического кошения. Кошения выполнялись в пятикратной повторности по 50 взмахам.

Для представителей всех таксонов, за исключением трудно идентифицируемых видов отрядов Нymenoptera и Diptera, проанализированы принадлежность к фитобионтным группам, трофическая специализация и ее ширина, фенологические аспекты, а также биотопическая приуроченность.

По отношению насекомых к растениям разных жизненных форм были выделены 3 основные группы: 1) дендробионты (обитают на деревьях); 2) хамебионты (обитают на кустарниках); 3) хортобионты (обитают на травах). Также были выделены смешанные варианты (дендротамнохамехортобионты, хамехортобионты, тамнохортобионты и др.). По трофической специализации определены зоофаги, фитофаги и зоофитофаги. В свою очередь среди фитофагов по широте спектра питания выделяли монофагов, которые питаются

растениями одного вида или несколькими видами, принадлежащими одному роду, олигофагов, питающихся несколькими видами одного семейства, и полифагов, питающихся растениями нескольких и более семейств [6]. Среди имаго насекомых установлены представители таких фенологических групп (аспектов), как весенний, летний, осенний и полициклический (периоды активности имаго этой группы могут совпадать с весенним, летним и осенним аспектами, так как развиваются в 2–3 поколениях в течение года).

Данные об экологических предпочтениях видов получены в результате собственных наблюдений, а также из литературных источников [4; 5; 7–12].

Результаты и их обсуждение. В результате исследований в консорции *Vaccinium uliginosum* был выявлен 81 вид насекомых, принадлежащих к 51 роду 39 семейств 10 отрядов открыточелюстных насекомых (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорции *Vaccinium uliginosum*

Отряд	Относительное обилие (%)	Число видов	Число родов	Число семейств
Dictyoptera	0,32	1	1	1
Orthoptera	0,08	1	1	1
Psocoptera	0,97	2	2	1
Sternorrhyncha	0,24	1	1	1
Auchenorrhyncha	11,39	10	8	2
Heteroptera	25,61	30	8	5
Coleoptera	29,24	32	27	10
Neuroptera	0,65	4	3	3
Hymenoptera	18,74	–	–	5
Diptera	12,76	–	–	10
Всего		81	51	39

Наибольшим числом видов характеризовались представители отрядов Coleoptera (32) и Heteroptera (30). Высоким числом семейств наряду с Coleoptera был представлен отряд Diptera (10). В связи с трудностью идентификации представителей отрядов Hymenoptera и Diptera большинство из них определены до уровня семейства. По количественным показателям преобладали представители отрядов Coleoptera (29,24% всех выявленных особей), Heteroptera (25,61%), Hymenoptera (18,74%), Diptera (12,76%) и Auchenorrhyncha (11,39%) (рис. 1).

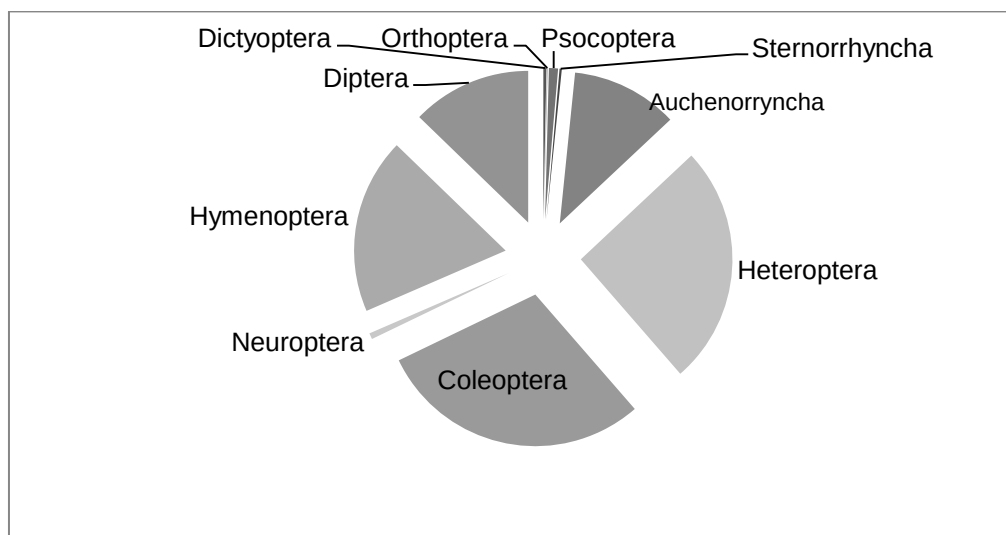


Рис. 1. Соотношение по числу выявленных экземпляров представителей различных отрядов насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорции *Vaccinium uliginosum*

Наибольшим количеством видов в консорции голубики обыкновенной представлены фитофаги (62,50% от их общего числа), хотя доля зоофагов также высока (36,46%). Меньше всего выявлено зоофитофагов (1,04%). В числе фитофагов преобладали полифаги (77,37% всех коллектированных экземпляров). Также заметна роль олигофагов (21,46%), трофически связанных с кустарничками семейства Вересковые. В целом на их долю приходилось 25,58% всех выявленных особей насекомых, тогда как на долю потребителей растений рода *Vaccinium* – 32,15% (табл. 2).

Таблица 2

Трофические предпочтения насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорции *Vaccinium uliginosum*

Корм	Число видов	Доля видов (%)	Число экземпляров	Доля экземпляров (%)
<i>Betula pubescens</i>	7	15,91	90	15,99
<i>Pinus sylvestris</i>	1	2,27	1	0,18
<i>Vaccinium spp.</i>	7	15,91	181	32,15
<i>Calluna vulgaris</i>	6	13,64	49	8,70
<i>Ericaceae</i>	8	18,18	144	25,58
Травы	9	20,45	39	6,93
Пыльца	3	6,82	30	5,33
Семена	3	6,82	29	5,15

По биотопической приуроченности обнаруженные насекомые входили в состав 9 различных групп. Большинство видов являются обитателями лесов (30,23%), болот (13,95%) и эврибионтами (17,44%), тогда как по числу экземпляров небольшой перевес на стороне эврибионтов (23,96%) по сравнению с лесными видами (23,55%) (табл. 3).

Таблица 3

Биотопические предпочтения насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорции *Vaccinium uliginosum*

Биотопическая группа	Число видов	Доля видов (%)	Число экземпляров	Доля экземпляров (%)
Болотная	12	13,95	187	18,98
Лесная	26	30,23	232	23,55
Луговая	11	12,79	157	15,94
Полевая	1	1,16	12	1,22
Лесо-болотная	2	2,33	7	0,71
Лугово-болотная	6	6,98	23	2,34
Лугово-лесная	6	6,98	114	11,57
Лугово-полевая	7	8,14	17	1,73
Эврибионтная	15	17,44	236	23,96

По предпочтению различных жизненных форм растений установлены представители 7 различных групп, среди которых по числу выявленных экземпляров большинство приходилось на долю дендротамнохамехортобионтов (28,59%), обитающих в широком спектре ярусов – от древесного до травяного. Доля обитателей кустарников и кустарничков (тамно- и хамебионтов) составила в сумме 25,59%. По числу установленных видов большинство (32,95%) представляли хортобионты, ассоциированные с травянистыми растениями (табл. 4).

Предпочтения различных жизненных форм растений насекомыми (Insecta, Ectognatha) консорции *Vaccinium uliginosum*

Фитобионтная группа	Число видов	Доля видов (%)	Число экземпляров	Доля экземпляров (%)
Герпетобионты	4	4,55	134	12,98
Герпетохортобионты	4	4,55	25	2,42
Дендробионты	5	5,68	30	2,91
Дендротамнохамехортобионты	26	29,55	295	28,59
Хамебионты	8	9,09	137	13,28
Тамнохамехортобионты	12	13,64	127	12,31
Хортобионты	29	32,95	284	27,52

По фенологии имаго видов, выявленных в консорции *Vaccinium uliginosum*, можно выделить 4 аспекта: весенний, летний, осенний и полициклический. Большинство видов (39,62%) принадлежало к летнему аспекту. Однако высока и доля полициклических видов (33,96%) (рис. 2).

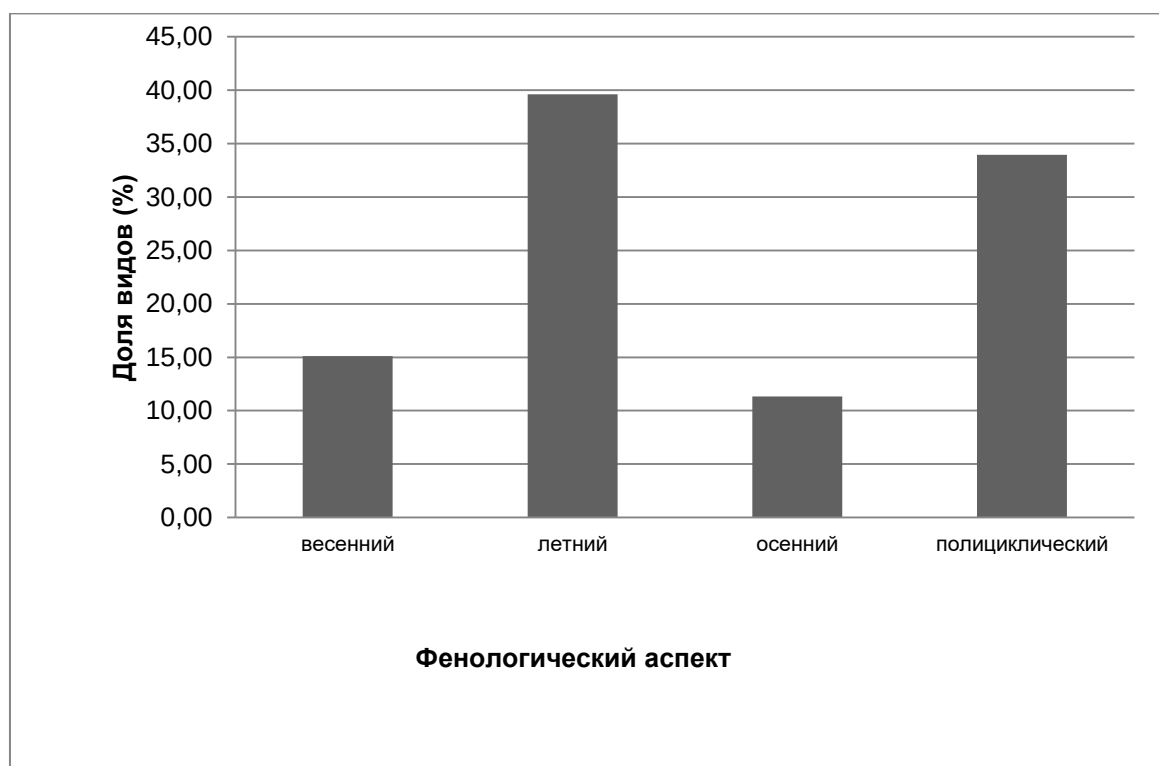


Рис. 2. Соотношение по числу выявленных экземпляров представителей различных фенологических групп насекомых (Insecta, Ectognatha) в консорции *Vaccinium uliginosum*

Заключение. Таким образом, в консорции голубики обыкновенной в условиях Белорусского Поозерья преобладают фитофаги с широким спектром пищевой специализации. Среди специализированных фитофагов большинство составляют олигофаги кустарничков рода *Vaccinium*. Большинство видов являются обитателями лесов с широким спектром предпочтения различных жизненных форм растений, имаго которых обладают преимущественно летней активностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2004. – Т. 3: Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – 520 с.
2. Гельтман, В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
3. Сушко, Г.Г. Насекомые в консорциях дикорастущих ягодников и других верескоцветных на верховых болотах Белорусского Поозерья / Г.Г. Сушко, В.В. Шкатуло // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – № 3(75). – С. 50–61.
4. Сушко, Г.Г. Цикадовые (Homoptera, Auchenorrhyncha) верховых болот Беларуси / Г.Г. Сушко, О.И. Бородин // Вестник БГУ. Сер. 2. – 2009. – № 3. – С. 28–32.
5. Сушко, Г.Г. Полужесткокрылые (Insecta, Heteroptera) верховых болот Белорусского Поозерья / Г.Г. Сушко, А.В. Лукашук // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2011. – № 2(62). – С. 54–60.
6. Яхонтов, В.В. Экология насекомых / В.В. Яхонтов. – М., 1964. – 460 с.
7. Coleoptera Poloniae [Electronic resource] / Information System about Beetles of Poland, 1971. – Mode of access: <http://www.coleoptera.ksib.pl>. – Date of access: 24.03.2012.
8. Database of Insects and their Food Plants [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: <http://www.brc.ac.uk>. – Date of access: 01.03.2011.
9. Peus, F. Beitrage zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. Eine okologische Studie. Insecten, Spinnentiere, Wirbeltiere / F. Peus // Z. Morphol. Okol. Tiere. – 1928. – Bd. 12. – P. 533–683.
10. Sushko, G. Beetles (Coleoptera) of Raised Bogs in North-Western Belarus / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2007. – Vol. 7, № 2. – P. 207–214.
11. Sushko, G. Heteroptera (Insecta: Hemiptera) of the peat bogs of Belarusian Lakeland / G. Sushko // Biologia. – 2016. – Vol. 71, № 6. – P. 688–694.
12. Sushko, G.G. Taxonomic composition and species diversity of insect assemblages in grass-shrub cover of peat bogs in Belarus / G.G. Sushko // Contemporary Problems of Ecology. – 2017. – Vol. 10, № 3. – P. 259–270.

REFERENCES

1. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. *Illyustrirovannyi opredelitel rasteniy Sredney Rossii t. 3* [Illustrated Directory of Plants in Central Russia Vol. 3], M., KMK, 2004. 520 p.
2. Geltman V.S. *Geograficheskiy i tipologicheskiy analiz lesnoy rastitelnosti Belorussii* [Geographical and Typological Analysis of Forest Vegetation in Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1982, 326 p.
3. Sushko G.G., Shkatulo V.V. *Vesnik VDU* [Journal of VSU], 2013, 3(75), pp. 50–61.
4. Sushko G.G., Borodin O.I. *Vesnik BGU* [Journal of BSU], Ser. 2, 2009, 3, pp. 28–32.
5. Sushko G.G., Lukashuk A.O. *Vesnik VDU* [Journal of VSU], 2011, 2(62), pp. 54–60.
6. Yakhontov V.V. *Ekologiya nasekomykh* [Ecology of Insects], M., 1964, 460 p.
7. Coleoptera Poloniae [Electronic resource] / Information System about Beetles of Poland, 1971. – Mode of access: <http://www.coleoptera.ksib.pl>. – Date of access: 24.03.2012.
8. Database of Insects and their Food Plants [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: <http://www.brc.ac.uk>. – Date of access: 01.03.2011.
9. Peus, F. Beitrage zur Kenntnis der Tierwelt nordwestdeutscher Hochmoore. Eine okologische Studie. Insecten, Spinnentiere, Wirbeltiere / F. Peus // Z. Morphol. Okol. Tiere. – 1928. – Bd. 12. – P. 533–683.
10. Sushko, G. Beetles (Coleoptera) of Raised Bogs in North-Western Belarus / G. Sushko // Baltic Journal of Coleopterology. – 2007. – Vol. 7, № 2. – P. 207–214.
11. Sushko, G. Heteroptera (Insecta: Hemiptera) of the peat bogs of Belarusian Lakeland / G. Sushko // Biologia. – 2016. – Vol. 71, № 6. – P. 688–694.
12. Sushko, G.G. Taxonomic composition and species diversity of insect assemblages in grass-shrub cover of peat bogs in Belarus / G.G. Sushko // Contemporary Problems of Ecology. – 2017. – Vol. 10, № 3. – P. 259–270.

Поступила в редакцию 14.01.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: ok.hohlowa-eco@yandex.by – Хохлова О.И.



ПЕДАГОГІКА

УДК [378.4+37.014.5]:34.08

Смешанное образование – условие подготовки квалифицированных юристов

А.А. Бочков, А.А. Бочкова

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

Технологическая революция, связанная с информатизацией и цифровизацией, вносит серьезные коррективы в систему высшего образования. Подготовка юристов должна учитывать не только новые качественные реалии государственно-правовой действительности, требующей создания новой мета- и макротеории, но и новые способы подачи знаний: цифровое обучение, модульный подход, дистанционную форму, обучение через смартфоны, планшеты, мобильную связь, использование юар-кодов, голографию, стереоизображение (+3D) и т.д. Однако технические новинки не должны мешать содержательному усвоению материала, формированию убеждения, овладению практическими умениями и навыками. Это можно сделать благодаря смешанному (гибридному) обучению, сочетающему традиционные методы, дополненные цифровыми технологиями.

Цель работы – показать необходимость использования смешанного образования для подготовки высококвалифицированных юристов.

Материал и методы. Статья написана на основе диалектико-материалистического, синергетического и компаративистского методов, изучения нормативных правовых актов, учебной и научной литературы по теме исследования.

Результаты и их обсуждение. Цифровизация государства и права заставляет дополнять традиционное образование новыми IT-формами, позволяющими повышать усвояемость, практическую направленность учебного материала.

Заключение. Система смешанного обучения должна быть направлена на подготовку высококвалифицированных юристов, имеющих прочные знания, обладающих необходимыми умениями и навыками, быстро адаптирующихся к изменяющимся условиям, имеющих желание постоянно повышать свою квалификацию.

Ключевые слова: цифровизация, информатизация, правоведение, государствоведение, мета-, макротеория государства и права, подготовка юристов, электронное образование, профессиональное обучение, идейно-нравственное воспитание, плюралистическая методология, смешанное (гибридное) обучение.

Blended Education as a Condition of Training Qualified Lawyers

A.A. Bochkov, A.A. Bochkova

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

The technological revolution associated with informatization and digitalization makes major adjustments to the higher education system. The training of lawyers should take into account not only new qualitative fundamentals of state and legal reality, which requires the creation of new meta and macro theories, but also new ways of presenting knowledge: digital education, a modular approach, online study mode, teaching via smartphones, i-pads, mobile communications, application of QR codes, holographics, stereo image (+ 3D), etc. However,

technical innovations should not interfere with the contentive learning, shaping conviction, mastery of practical skills and abilities. This can be done due to blended (hybrid) training, which combines traditional methods, complemented by digital technology.

The purpose of the work is to show the need to use blended education for the training of highly qualified lawyers.

Material and methods. *The article is based on the dialectic materialistic, the synergistic and the comparative methods, the study of regulatory legal acts, educational and scientific literature on the topic of research.*

Findings and their discussion. *The digitization of state and law requires supplementing traditional education with new IT – forms that allow to increase the digestibility and practical focus of academic material.*

Conclusion. *The system of blended education should be aimed at training highly qualified lawyers with strong knowledge, possessing the necessary skills and abilities, quickly adjusting to changing conditions, having a desire to improve their skills constantly.*

Key words: *digitalization, informatization, law, state science, meta/ macro theory of state and law, training of lawyers, e-training, professional training, ideological and moral education, pluralistic methodology, blended (hybrid) education.*

The training of highly qualified lawyers requires a combination of professional training and ideological and moral education. A lawyer, as a carrier of state authority, must possess special knowledge and skills, be active in a civil position, be honest, principled, fair, always enforce the law.

Under the conditions of increased competition in the labor market, the presence of an oversupply of low-qualified legal personnel, there is a need to improve the quality of education, turning it into practice-oriented and digital.

The rapid development of society requires a quick solution to this problem. The transition to a four-year term of study, changes in curricula, model curricula, and an increase in the terms of practice, make us edit significant adjustments to the educational process.

The purpose of the research is to show the need to complement traditional education with digital methods of teaching and mental training in connection with changes in the state-legal reality in the context of the technological revolution.

Material and methods. The article is written on the basis of dialectic-materialistic, synergistic and comparative methods, the study of regulatory legal acts, educational and scientific literature on the topic of research.

Results and their discussion. The global changes associated with the technological revolution largely relate to jurisprudence and the training of lawyers. Many questions of jurisprudence are debatable. This concerns not only general topics (object, subject-matter, subject of law, content), but also special, particular problems of sectoral and interdisciplinary disciplines, the use of special techniques, etc.

In accordance with the model curriculum of the general theory of law, students become familiar with the legal framework (and not just the legal system), legal law, legality (and not just law and legality), law and the state in terms of innovative, informational development, etc.

As an object of jurisprudence, it is proposed to consider not the state and law in their dialectical interconnection, but legal life, legal reality in their positive and negative forms, systemic and non-systemic relations, the organization of this legal life is considered to be the subject of the general theory of law. The existence of general patterns of emergence, change and development of the state and law as integral, dialectically interrelated institutions is called into question, therefore it is suggested not to compare (due to incomparability), but simply to describe state-legal phenomena in specific countries [1, p. 13]. Alongside this, one should not reject the established concepts and definitions that have been verified by practice and recognized by the majority of legal scholars. Thus, the object of the general theory of law is the state and law in their dialectical interrelations, and the subject is the general laws of these phenomena, methodological issues, doctrines, essential characteristics, their implementation and development trends [2]. In order to prepare professional, demanded personnel, one needs a reasonable combination of classical (traditional) and digital education. The multi-layered, complex, cyclical, and contradictory nature of modern law is rapidly changing the substantive and formal aspect of legal disciplines, the ways of presenting material. "Digital" reality puts on the agenda the issues of teacher's mastery of new information Internet technologies that help to digitize data, allowing to more intensify, structure, illustrate, diversify the presentation process, make it more meaningful, interesting, visual, memorable and ultimately increasing the effectiveness of training. The teacher, working to anticipate, must understand himself and explain to students the meaning of new terms: "e-state", "digital economy", "e-government", "e-justice", "e-citizen", "artificial intelligence", "digital personality", "the World Wide Web", the digital form of the Constitution, the contract, etc. They require interpretation: artificial intelligence, cryptocurrency, blockchain, tokens, digital twins, virtual dupes, electronic traces, "digital death", bloggers, providers, legal personality of robots, etc. It should be recognized that the state and law are rapidly developing and changing in the new informational, digital conditions. The vec-

tors of legal development are changing, the strategy, legislation, and legal practice are being improved, i.e. all legal reality. The impact of the right to society is increasing, legal regulation is becoming more complex, the number of national and international regulatory legal acts is rapidly increasing, comparative law is gaining momentum, and integration and differentiation of law are taking place. The number of branches of law is growing (up to 100), cross-cutting mega-branches (economic law, information law) are being formed. Numerous legal acts need to be systematized in the form of a kind of legal table, similar to the table of chemical elements of D.I. Mendeleev, the pyramid of G. Kelzon's legal acts. The crisis of international law again raises the question of universal law, the right of peoples, meta-law, which has a complex macro-theory [3, p. 5–10].

Significant changes relate to state science. States disintegrate, new supranational and supranational structures appear, changes are taking place in the interpretation of sovereignty. Together with the state, digital, information, network sovereignty appears. In addition to the territory of the state, information cyberspace operates in parallel, where the territory of the Internet extends to the whole world and most of its population. The questions of their interaction and regulation appear. The World Wide Web actively influences the "national law", "street democracy", "color revolutions", is included in the PR of the company. Issues of the sixth technological order (including legal, related to bio, nanotechnology, cognitive and information programs, DNA determination, the use of drones, polygraph, neuroimplants, virtual and online communications, etc.) arise on the agenda in all spheres of social life. The possibility of using the mentoscopy method (scanning of thought) – extracting hidden, forgotten information is actively discussed among lawyers [4, p. 25]. Many classical notions are put in doubt, including: state, law, democracy, subject and object of legal relations, national sovereignty, public, private law, etc. Different issues are discussed: capturing a criminal offense of an individual in legislation, criminal liability of a legal entity, corporate, procedural responsibility and etc. Victimological training deserves special attention [5].

Students need to be taught to recognize and qualify cybercrime, electronic fraud, hacker attacks, etc. A necessary condition for obtaining objective knowledge of legal reality is methodological pluralism. It is a combination of universal research methods: materialism, idealism, dialectics, metaphysics, logic, formational, civilizational approaches, anthropic and axiological principles, as well as the use of methods of synergistic, hermeneutic, existential, phenomenological philosophy, philosophy of life.

Synergetic methodology considers state and law as self-organizing nonlinear systems, subject to risk and constant change. At critical stages of society, at points of instability, bifurcation, probabilistic, random connections and relationships play a major role. These connections and relationships can change the trajectory of society's movement and lead to unexpected, often negative, results (October Revolution in Russia, the collapse of the USSR, etc.). Hermeneutic methodology is aimed at the knowledge of law and the state through the study of language, text, works of art, through self-observation, personal implementation in the subject of study. Phenomenological methodology is aimed at describing a specific state and law, where knowledge goes through the stream of consciousness, the researcher's self-consciousness.

The existential method offers the study of state and law in the conditions of interfacial situations: war, peace, revolution, the collapse of the country, unification, formation of national states, riots, iron discipline, catastrophe, betrayal, heroism, etc. Only a reasonable combination of diverse methods, verified in practice and based on legal facts, can lead to a positive result and create an objective, real picture of legal reality. Careful selection of material, reliance on an updated regulatory legal framework, interesting examples from law enforcement practice can captivate, interest and assist the student in obtaining the necessary amount of knowledge. The advantage of this approach is the diversity of points of view, the study of the spiritual, moral, psychological components of the state and law. Moreover, an integrated (interdisciplinary) approach to the study of the state and law assumes to consider them as an ideological form of objective reality. When presenting the material, the teacher should have a verified and well-founded position based on the program, regulatory legal acts and generally accepted, well-established doctrines of reputable and recognized scientists. This does not exclude the need for students to get acquainted with new approaches and concepts, to obtain a required analysis of their strengths and weaknesses.

The presented material should disclose patterns, concepts, generally accepted concepts by highlighting their characteristics, indicia, principles, essence, functions, mechanism, normative component and show new phenomena related to information, electronic, digital changes in the activities of the state and law. Traditional and new, static and dynamic, the phenomena in the center of the legal circle and on the periphery, constitute the substantive aspect of the disciplines taught. Particular attention should be paid to improving the legal culture of law students, especially in terms of legal conviction, the formation of skills and abilities [6].

Herewith, this is blended education that combines traditional methods and digital education, including a modular approach, e-learning, online study mode, self-study, the availability of online courses, learning via

smartphones, tablets, mobile communication, social networks. QR codes are used. These codes allow quick access to a large amount of coded information, media holographics, stereo image (+ 3D), video presentations, etc. The teacher becomes increasingly involved in the learning process, i.e. a robot that can not only transmit information, communicate with students, but also check homework, look in students' notebooks, give marks, give observations, express delight, indignation, anger [7, p. 63–64].

In the field of creating artificial intelligence, research is actively conducted on the development of neural networks that replicate the human nervous system. Even today, the neural network is able to recognize people, train, synchronously translate from a foreign language into a native language, process documents, clean up the house, control the plane and the car, perform complex calculations, play chess, do surgical operations, etc. [8, pp. 79–80].

G. Gref, Chairman of the Board of Sberbank of Russia, speaking at the Baltic Federal University named after Immanuel Kant, said that in 2016, 450 lawyers who prepared statements of claim in Sberbank of Russia were made redundant, because the neural network made them much better, therefore, preference for recruitment was made for those lawyers who know how to work with it [9, p. 37].

Conclusion. Electronic pedagogics is aimed at training highly qualified specialists who have deep knowledge not only in jurisprudence, but also in the field of high technology, finance, credit, those who know foreign languages and psychology. It is necessary to reasonably combine profiling and comprehensive training.

Automation of legal functions, the addition of a living lawyer with artificial intelligence, a robot capable of varying, comparing hundreds of decisions and making the most rational, logical option, radically changes both the training and the legal profession itself. Quantitative changes in education create conditions for the transition from the old quality to the new.

Taken into account that the right is mostly a rational system, we can assume that most of the preliminary actions of a lawyer, up to a decision, will be carried out by the machine. Templates, analogy, automated evaluation of the pros and cons of the proposed solution, significantly change the life of lawyers. The digital age brings us closer to the realization of the “pink” dream of the positivists (normative writers): “Let the laws rule, not the people”.

At the same time, one cannot abandon traditional teaching methods and achievements of the Soviet pedagogical school. A lively, emotional, knowledgeable lecturer will not be replaced by any “talking head”. The authority, trust, personal example of the teacher, still remain very popular among students. It is a different matter that the teacher should be aware of the changes that are taking place in legal science, in the field of advanced technologies. Using the new digital form one needs to remember that the content aspect is primary.

The system of blended education should be aimed at training highly qualified lawyers with strong knowledge, possessing the necessary skills and abilities, quickly adapting to changing conditions, having a desire to constantly improve their skills. This training requires close and continuous interaction and trust of the tutor and the student. The student must want to learn. You can only teach someone who wants to do it himself. The teacher from the transmitter, knowledge translator turns into a mentor, partner, tutor. He teaches students to extract the necessary knowledge. Only in this case, knowledge turns into a creative force.

REFERENCES

1. Zhukov V.N. *Gosudarstvo i pravo* [State and law], 2018, 1, pp. 5–16.
2. Bochkov A.A. *Pravo. Ekonomika. Psikhologiya* [Law. Economy. Psychology], 2018, 3(11), pp. 3–7.
3. Tikhomirov Yu.A. *Gosudarstvo i pravo* [State and law], 2017, 5, pp. 5–10.
4. Kleandrov M.I. *Gosudarstvo i pravo* [State and law], 2018, 3, pp. 14–27.
5. Mulakhmetova N.E., Bochkov A.A. *Criminalnaja victimizatsiya naseleniya prigranichnykh rajonov Rossii i Belarusi (Smolenskaja i Vitebskaja oblasti): rezultaty komparativnogo victimologicheskogo issledovaniya: Monografiya* [Criminal Victimization of the Population of the Border Regions of Russia and Belarus (Smolensk and Vitebsk Regions): Results of Comparative Victimological Research: Monograph], Smolensk, Publishing House “Universum”, 2014, 396 p.; Bochkov, A.A. *Vestnik Sankt-Peterburgskoi Yuridicheskoi Akademii* [Journal of St. Petersburg Law Academy], 2014, 25, pp. 85–94.
6. Nikolayeva L.N., Bochkov A.A. *Pravovaya kultura molodezhi prigranichja Rossii i Belarusi: Monografiya* [Legal Culture of Youth in the Border Areas of Russia and Belarus: Monograph], Smolensk: Universum, 2011, 244 p.
7. Maleina M.N. *Zhurnal Rossiyskogo prava* [Journal of Russian Law], 2018, 10, pp. 61–72.
8. Filipova I.A. *Gosudarstvo i pravo* [State and law], 2018, 9, pp. 79–88.
9. Kuksin I.N. *Ekonomika. Pravo. Obshchestvo* [Economy. Law. Society], 2018, 1(13), pp. 36–41.

Поступила в редакцию 14.01.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: mother15021933@gmail.com – Бочков А.А.

Типология образовательных компетенций педагога в предметно-ориентированном онтологическом аспекте

И.В. Галузо, В.И. Турковский

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

В работе представлены взгляды авторов на типологию и номенклатуру образовательных компетенций педагога естественнонаучных дисциплин в свете онтологического подхода. Наряду с представленной четырехуровневой типологией компетенций приводятся примеры основных субпредметных компетенций. Рассматриваются методические требования и условия к формированию компетентностного подхода в образовательной практике.

Цель статьи – уточнение типологии образовательных компетенций при внесении в ранее сложившийся перечень компетенций (метапредметных, общепредметных и предметных) нового типа компетенций – субпредметных.

Материал и методы. Проведен анализ подходов к проблеме компетентности в педагогике при подготовке специалистов. При этом применялись исторический, общенаучный, проблемно-целевой и понятийно-терминологический методы исследования.

Результаты и их обсуждение. В статье уточнены подходы к типологии и составу образовательных компетенций в онтологическом аспекте. Предлагаемая классификация компетенций позволит более объективно оценить компетентность специалиста и определить пути его саморазвития.

Заключение. Компетентностный подход задает набор компетенций, ориентированный на смысловую составляющую любого вида профессиональной деятельности. Обладая необходимыми компетенциями, возникающими в результате специально инициированной деятельности, обучаемый получает возможность выстраивать свою индивидуальную учебную деятельность адекватно условиям современности. Оценка результатов обучения в рамках компетентностного подхода позволяет совершенствовать содержание обучения, обеспечивать действенную обратную связь между преподавателем и студентами, активизировать их самостоятельную работу. Данная проблема является актуальной не только в аспекте саморазвития педагога, но и в социальном плане.

Ключевые слова: компетентность, компетенции, модели компетенций, субкомпетенции, профессиональная деятельность, онтология, оценивание, саморазвитие.

Typology of Educational Competencies of the Teacher in the Subject Oriented Ontological Aspect

I.V. Galuzo, V.I. Turkovsky

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

The article presents the authors' views on the typology and nomenclature of the educational qualifications of the teacher of natural sciences in the light of the ontological approach. Along with the four-level typology of competencies presented, examples of the main sub-subject competencies are given. The methodological requirements and conditions for shaping competence based approach in educational practice are considered.

The purpose of the article is to clarify the typology of educational competencies when introducing into the previously existing list of competencies (metasubject, general subject and subject ones) a new type of competence – sub-subject ones.

Material and methods. An analysis of the approaches to the issue of competence in education during professional training is presented in the article. The historical, the general scientific, the problem target, and the conceptual terminological research methods were used.

Findings and their discussion. The article clarifies the approaches to the typology and composition of educational competencies in the ontological aspect. The proposed classification of competencies will allow a more objective assessment of the competence of a specialist and determine the ways of his self-development.

Conclusion. A competence based approach sets the number of competencies, focused on the semantic component of any kind of professional activity. Possessing the necessary competences arising as a result of specially initiated activities, the student has the opportunity to build their individual learning activities adequately to the conditions of modernity. Evaluation of academic results in the framework of the competence-based approach allows to improve the content of training, to provide effective feedback between the teacher and students, to enhance their independent work. This problem is relevant not only in the aspect of teacher's self-development, but also in social terms.

Key words: competence, competencies, competence models, subcompetencies, professional activities, ontology, evaluation, self-development.

Специфика профессиональной деятельности педагога заключается в ее многофункциональности. В ходе каждодневной учебно-воспитательной работы педагогу необходимо решать ряд разнообразных задач и выполнять соответствующие функции: образовательные, организационные, воспитательные, консультационные, социально-бытовые и ряд других.

В связи с развитием общества количество функциональных обязанностей педагога стремительно растет и соответственно растут требования к подготовке специалиста и в целом к образованию. В зависимости от тенденций общественного развития некоторые функции педагогической деятельности приобретают приоритетное значение. Поэтому предстоит четко обозначить данные функции педагога не только в образовательном плане (как это обычно делалось), но и в расчете на подготовку нового поколения с ориентацией на их эффективную творческую жизнедеятельность в условиях гетерогенной структуры сети учебных заведений.

Педагоги и руководители образовательных учреждений должны быть готовы уже на сегодняшний день к многообразию подходов и практических решений в работе с различными группами учащихся и организациями, представляющими интересы последних. Например, одаренные учащиеся и учащиеся с физическими недостатками; существуют группы с социальной беспризорностью и группы с девиантным поведением. Разнополярная неоднородность состава учащихся является на сегодня одним из самых больших вызовов в повседневной образовательной работе. С данной проблемой столкнулся ряд стран Западной Европы, когда встал вопрос о включении в общее образовательное пространство учеников самых разнообразных групп (детей, оказавшихся в социально неблагополучной ситуации, инвалидов, детей мигрантов – инофонов и т.д.). В связи с этим на Западе возникла концепция так называемой педагогики многообразия как инклюзивного образования в широком смысле [1].

С другой стороны, XXI век – уже новая эпоха в истории человечества, определяемая такими прилагательными, как глобализационная, постклассическая, постиндустриальная, информационная. В связи с этим задача, стоящая перед школой в условиях перехода к *it*-обществу, состоит в достижении новых качеств образования, заключающихся в получении выпускниками учебных заведений системы универсальных знаний или умений (ключевых компетентностей), позволяющих реализовать себя в трансформирующемся обществе. Знания сами по себе, как единица образовательного процесса, конечно, необходимы, но недостаточны для того, чтобы недавнему учащемуся или студенту быть успешным в информационном обществе.

Следовательно, можно сказать, что в современных условиях формирование знаний уже не является (как мы привыкли) главной целью образования. Ценностно-целевая ориентация нынешнего образования явно зависит от творческой инициативы, самостоятельности обучаемых, конкурентоспособности, мобильности будущих специалистов и способности к самообучению.

Тенденция в современном образовании, направленная на формирование компетенций, – требование не уникальное, а всеобщее. Педагоги-исследователи, крупные ученые и передовые учителя единодушно отмечают, что, прежде всего, ученикам и студентам необходимо научиться приобретать знания. Данная сентенция не нова, однако подчеркивается, что с учетом стремительных изменений, связанных с новыми формами экономической деятельности и научным прогрессом, следует сочетать достаточно широкие общие и культурные знания с востребованностью глубокого освоения учебных дисциплин. Базовый культурный уровень является переходом к непрерывному образованию, поскольку он прививает потребность в образовании, а также выступает его основой, необходимой для того, чтобы учиться на протяжении всей жизни. Важно также постоянно (и сравнительно быстро) совершенствоваться в избранной профессии, т.е. приобретать *компетентность*, что дает возможность справляться с различными «неакадемическими» ситуациями, многие из которых невозможно предвидеть, но их преодоление облегчается при работе в коллективе или учебной группе, что однако в настоящее время иногда довольно часто игнорируется в педагогической практике.

Компетентностный подход, прежде всего, нацелен не на то, чтобы увеличивать объем информированности человека в различных предметных областях, а научить его самостоятельно решать проблемы в незнакомых ситуациях. Данная сентенция предполагает, что компетентностная модель в образовании требует изменения в организации учебного процесса, в деятельности преподавателей и учителей, а также способов оценивания образовательных результатов.

Цель статьи – уточнение типологии образовательных компетенций при внесении в ранее сложившийся перечень компетенций (метапредметных, общепредметных и предметных) нового типа компетенций – субпредметных.

Материал и методы. Проведен анализ подходов к проблеме компетентности в педагогике при подготовке специалистов. При этом применялись исторический, общенаучный, проблемно-целевой и понятийно-терминологический методы исследования.

Результаты и их обсуждение. Сущность онтологии. Человек существует в окружающем его материальном мире. Кроме человека в этом мире находится множество объектов, как живых, так и неживых. Существование объектов (реальных или воображаемых, а также их отсутствие) подвергается философскому анализу исторически достаточно давно. Именно этот анализ составляет основу науки, которая изучает первоосновы бытия, или как раздел философии – онтологию. *Онтология* – это учение, раздел философии, который исследует бытие как философскую проблему. Также в поле зрения онтологии попадают понятия фундаментальных причин бытия и первопричин всего сущего: пространство, время, движение, причинность, развитие, материя.

Таким образом, онтология – это учение о бытии, выступающее в системе философии одним из ее базисных компонентов. Одним из важнейших вопросов современной философии является вопрос о соотношении онтологии и теории познания, при этом онтология постоянно сверяется с ответом на вопрос «Что именно фактически существует?». Онтология обеспечивает критерии для выделения различных типов объектов – конкретные и абстрактные, существующие и несуществующие, реальные и идеальные – и их связей.

Онтологический анализ предметных областей научных дисциплин направлен на выявление объективного статуса создаваемых ими идеальных объектов и теоретических конструкций. Онтология выявляет и описывает предметные области, вовлеченные в орбиту повседневной человеческой жизнедеятельности.

К настоящему времени в интерпретациях знания сложилось множество направлений онтологии, которые предполагают различные схемы деятельности. Многообразие форм онтологии соответственно обусловлено многообразием познавательных проблем – от постижения того, что такое само познание, до исследования возникновения вещей, а также от осмысления структур вещей до анализа бытия как системы различных процессов [2].

Помимо всеохватывающего аспекта онтологии (в общепhilosophическом значении) в последнее время начинают выделять специализированные (или *предметно-ориентированные*) онтологии, то есть представление какой-либо области знаний или части реального мира. С конца XX века онтологии становятся довольно популярной темой исследований в таких разделах науки, как искусственный интеллект, инженерия знаний, обработка естественного языка, интеграция и извлечение информации, информационные технологии и др. [3].

В связи с массовой компьютеризацией общества, если дать упрощенное определение, то онтологии представляют собой описания знаний, сделанные достаточно формально, чтобы их можно было обработать компьютерами. Тем не менее такие формальные описания используются в самых различных и порой достаточно неожиданных областях науки. Например, отличают дисциплинарную онтологию физики и техники. Можно упомянуть о широком применении онтологий в качестве систем понятий в естественных науках (например, физика, астрономия, геология, биология, медицина и другие), где они служат своего рода фундаментом для построения теорий.

Онтологией называется система понятий некоторой предметной области, которая представляется как набор сущностей, соединенных различными отношениями. Онтологии используются для формальной спецификации понятий и отношений, характеризующих определенную область знаний. Преимуществом онтологий в качестве способа представления знаний является их формальная структура, которая упрощает компьютерную обработку.

Уже стало привычным, что в явном виде онтологии применяются как источники данных для многих компьютерных приложений (информационный поиск, анализ текстов, автоматический поиск опечаток в них), что позволяет более эффективно обрабатывать сложную и разнообразную информацию. Такой способ представления знаний помогает приложениям распознавать семантические отличия, которые являются само собой разумеющимися для людей, но не известны компьютеру.

Поясним данный тезис небольшим примером. Возьмем термин «поле». В различных предметно-ориентированных онтологиях «поле» может означать участок земли (сельское хозяйство), класс алгебраических систем (математика), носитель физических взаимодействий, один из видов материи (физика), узкую незаполненную текстом полосу листа (типографика) т.д.

В данной статье мы будем в основном опираться на предметно-ориентированные онтологии, касательно естественных наук, поскольку классификационная структура является неотъемлемой частью любой онтологии. В любой дисциплине, независимо от ее направленности, уже имеется ряд истори-

чески сложившихся тезаурусов и терминологических словарей, на которые так или иначе опираются все типы компетенций. При данном подходе онтология выполняет функцию реальности, проецируя мыследеятельность обучаемого на своеобразную логическую плоскость реальности. Одновременно заметим, что методологическое конструирование онтологической картины постоянно обновляется и дополняется, а весь этот процесс принято называть *онтологизацией*.

Итак, предметно-ориентированная онтология во многом дает ответ на методологический вопрос «Чему учить?» (содержание обучения, заложенное в нормативных государственных документах – стандартах, учебных планах и программах). Ответ на второй вопрос «Для чего учить?» дает так называемый компетентностный подход в образовании (или, другими словами, сюда входят цели и задачи образования, то есть то, что должно получиться на выходе образовательной системы). Второй вопрос напрямую связан с традиционными целями обучения, как это прописано в образовательных учебных программах. Наконец, закономерно возникает и третий вопрос «Как учить?», затрагивающий обширный класс образовательных методик (владение ими также входит в состав компетенций преподавателя).

Проблема компетентностного подхода в подготовке специалистов. Что следует понимать под компетентностью педагога? Концептуальное понимание данного феномена в педагогике в странах постсоветского пространства получило распространение в 90-х гг. XX века и связано с осмыслением задач образования относительно формирования у личности социальных, экономических, политических и духовных компетенций. Рассмотрим, как трактуются понятия «компетентность» и «компетенции» в педагогической и специальной литературе. Даже беглый обзор определений этих терминов показывает, что о них пока не выработано однозначного и достаточно четкого представления. Данные понятия до сих пор имеют довольно широкую амплитуду высказываний, как с точки зрения их пользы, так и относительно их неприятия.

Вначале обратимся к трактовке понятия *компетентность*. В ряде обзоров педагогической литературы, как у зарубежных исследователей, так и российских, приводятся более двух десятков примеров его определений. Приведем только некоторые из них, на которые ссылаются большинство практических работников и разработчиков методических материалов, связанных с формированием компетентностей обучаемых.

- В.С. Безрукова трактует компетентность как владение знаниями, умениями и навыками, позволяющими высказывать профессионально грамотные суждения, оценки и мнения [4].
- И.А. Зимняя рассматривает компетентность как конечный результат процесса образования. Компетентность основывается на личностно обусловленном опыте социально-профессиональной жизнедеятельности человека [5].
- По мнению Е.И. Огарева, компетентность – это категория оценочная, она характеризует человека как субъекта специализированной деятельности, где развитие способностей человека дает ему возможность выполнять квалифицированную работу, принимать ответственные решения в проблемных ситуациях, планировать и совершать действия, приводящие к рациональному и успешному достижению поставленных целей. Используя данное определение, автор представляет компетентность как устойчивую способность к деятельности со знанием дела [6].
- Описывая с помощью компетентностного подхода результат подготовки специалиста с высшим профессиональным образованием, Ю.Г. Тамур дает определение компетентности как интегральное свойство личности, характеризующее его стремление и способность (готовность) реализовать свой потенциал (знания, умения, опыт, личностные качества и др.) для успешной деятельности в определенной области [7].
- Н.С. Сахарова видит компетентность как владение определенными знаниями, навыками, жизненным опытом, позволяющим судить, делать или решать что-либо [8].
- Известный британский психолог Дж. Равен, на которого ссылаются практически все педагоги, дает определение компетентности как специфической способности эффективного выполнения конкретных действий в предметной области, включая узкопредметные знания, особого рода предметные навыки, способы мышления, понимание ответственности за свои действия [9].

Среди этих и большинства представленных в педагогической литературе толкований понятия «компетентность» явно выделяются его следующие характерные черты, что позволяет сформировать общее представление о данном феномене:

- характеристика деятельности индивида, т.е. понимание им существа выполняемых задач и разрешаемых проблем; умения выбирать средства и способы действия, адекватные конкретным обстоятельствам места и времени;

- предметная область, о которой индивид должен быть хорошо осведомлен;
- чувство ответственности за достигнутые результаты;
- способность вносить коррективы в процесс достижения целей;
- уровень и качество усвоения знаний и умений;
- диапазон и широта знаний и умений;
- способность выполнять специальные задания по нестандартным (собственным) алгоритмам;
- способность рационально организовывать, планировать и эффективно выполнять свою работу;
- способность использования знания в нестандартных ситуациях.

Обобщая вышесказанное, можно кратко отметить, что *компетентность* — это процесс деенаправленного взаимодействия знаний, способностей и субъектных свойств личности для достижения определенных целей в пределах заданной области деятельности. Таким образом, компетентность определяется как характеристика работника (специалиста, преподавателя, учителя, студента, ученика), которая способствует достижению успешных результатов работы. Этот параметр включает знания, навыки и способности, а также другие характеристики, такие как ценности, мотивации, инициативу и самоконтроль.

Компетенции в отличие от компетентности — некоторые отчужденные, наперед заданные требования к образовательной подготовке личности, единицы учебной программы, составляющие своеобразную «анатомию» компетентности.

Таким образом, внутри современных подходов к образованию выделяются два базовых понятия: компетентность и компетенция, которые отличаются от традиционного комплексного понятия «знания — умения — навыки» (ЗУН). Компетентность предполагает взаимосвязанные качества личности (ЗУН + способы деятельности) по отношению к определенному кругу предметов, а также направленность личности (мотивацию, ценностные ориентации и т.п.), ее способности преодолевать стереотипы, чувствовать проблемы, проявлять проницательность, гибкость мышления.

По выражению Н.Ф. Ефремовой компетенция чаще всего используется для описания эффективности освоения и выполнения конкретного вида деятельности и как свойство личности проявляется только в процессе этой деятельности, выражается в готовности субъекта эффективно организовывать внутренние и внешние ресурсы для решения проблемы и достижения поставленной цели [10].

Таким образом, получается, что понятие «компетентность» более емкое, широкое и значимое, чем «компетенция». В компетентности мы видим выражение степени владения, обладания человеком некоторым перечнем соответствующих компетенций, которые включают его личностное отношение к ним и предмету деятельности (самостоятельность, целеустремленность, волевые качества). Компетентность находится в прямой зависимости от компетенций — чем больше освоено компетенций в рамках той или иной специальности, тем качественнее будет компетентность. Компетентностный подход — внедрение в массовую образовательную практику идей компетентности и компетенций специалиста.

Варианты общей типологии компетенций. Большинство исследователей представляют типологии компетенций с помощью моделей в трехмерном виде, в которых компетенции образуют пространственную 3D фигуру (чаще всего куб, пирамиду или призму). Так, Е.И. Кудрявцева [11] систему компетенций специалиста условно оформила в виде простой трехгранной пирамиды (рис. 1).

Основу пирамиды составляют *знания*, относящиеся к когнитивным компетенциям; *навыки* — к функциональным; в этой же плоскости размещены *социальные* компетенции. *Метакомпетенции*, отличающиеся от первых трех групп, вынесены в вершину пирамиды, так как служат для облегчения приобретения других компетенций.

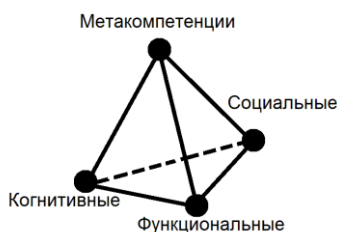


Рис. 1. Трехмерное представление образовательных компетенций специалиста по Е.И. Кудрявцевой

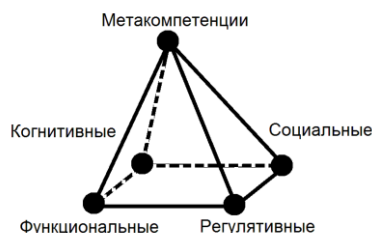


Рис. 2. Трехмерное представление образовательных компетенций специалиста по В.В. Рубцову и Ю.М. Забродину

Расширенный вариант структуры компетенций специалиста предлагают В.В. Рубцов и Ю.М. Забродин [12], которые в основу четырехгранной пирамиды помещают дополнительную группу компетенций – *регулятивную* (рис. 2). Регулятивные компетенции предполагают включение мотивационной готовности. Практические компетенции расположены на сторонах четырехгранной основы пирамиды, комбинируя элементы измерений компетенций в различных пропорциях.

Многомерный (или его еще называют целостным) подход к компетенциям становится все более распространенным и предлагает более широкие возможности для синхронизации образовательного процесса с требованиями (будущих) профессиональных задач.

Таким образом, компетентностный подход – попытка привести в соответствие образование и потребности рынка, сгладить противоречие между учебной и профессиональной деятельностью. Образовательный смысл данного феномена связан с рассмотрением компетентности и компетенций как условия и средства развития студентов в образовательных процессах, своеобразный гарант результативности осуществляемой деятельности.

Образовательные компетенции. Существуют разнообразные типологии компетенций (выше мы остановились только на двух), созданные для разных требований к обучаемым в зависимости от будущей специальности, возраста, академического уровня подготовки и других параметров. М.В. Кондурар, В.И. Звонников, Е.И. Кудрявцева, И.С. Сергеев, М.Б. Чельшкова, А.В. Хуторской, В.В. Рубцов и др. в состав компетенций специалиста включают следующие группы: ценностно-смысловую, общекультурную, учебно-познавательную, информационную, коммуникативную, социально-трудовую, личностного самосовершенствования.

В данной статье мы ограничимся образовательными компетенциями, наиболее подходящими к освоению студентами естественнонаучных предметов.

Образовательная компетенция – требование к образовательной подготовке, выраженное совокупностью взаимосвязанных смысловых ориентаций, знаний, умений, навыков и опыта деятельности ученика по отношению к определенному кругу объектов реальной действительности, необходимых для осуществления личностно и социально значимой продуктивной деятельности.

Наиболее простая, убедительная и, наконец, однозначно воспринимаемая всеми преподавателями и учителями классификация общеобразовательных компетенций представлена в работах А.В. Хуторского [13], в которых дифференцированы следующие группы компетенций:

- *ключевые* (или базовые, реализуемые на метапредметном, общем для всех предметов содержании);
- *общепредметные* (реализуемые на содержании, интегративном для совокупности предметов, образовательной области);
- *предметные* (формируемые в рамках отдельных предметов).

Сам термин «ключевые компетенции» указывает на то, что они являются «ключом», основанием для других, более конкретных и предметно ориентированных. Предполагается, что ключевые компетенции носят надпрофессиональный и надпредметный характер и необходимы в любой области деятельности.

С учетом того, что разные авторы ключевые компетенции называют по-разному (базовыми, универсальными и метакомпетенциями), мы в дальнейшем будем стараться придерживаться в основном термина «метакомпетенции». Метакомпетенции, соотносимые с каким-либо определенным учебным предметом, будем называть метапредметными компетенциями.

Метапредметные компетенции используются в повседневной жизни при осуществлении деятельности в области образования, на рабочем месте или при получении профессиональной подготовки. Они определяются как важные во многих жизненных сферах и служащие залогом жизненного успеха.

В стратегию модернизации образования в основу обновленного содержания общего образования положены метакомпетенции. Они содержат фундамент современного научного знания, принципы и закономерности существования и развития множества предметов и явлений действительности. Отсюда следует, что основным результатом деятельности образовательного учреждения должна стать не система знаний, умений и навыков сама по себе, а набор заявленных государством метакомпетенций в интеллектуальной, общественно-политической, коммуникационной, информационной и прочих сферах деятельности.

Существенные признаки *метапредметных* (или *ключевых*) компетенций по А.В. Хуторскому:

- различные универсальные ментальные средства, инструменты (способы, методы, приемы) достижения человеком значимых для него целей (результатов);
- ключевые компетенции позволяют человеку достигать результатов в неопределенных, проблемных ситуациях;

➤ ключевые компетенции помогают самостоятельно и в сотрудничестве с другими участниками образовательного процесса решать проблемы, то есть справляться с ситуациями, для разрешения которых никогда нет полного комплекта заранее наработанных средств.

Определение и отбор ключевых компетенций осуществляется основными потребителями образовательных результатов на основе социологических исследований и общественного обсуждения и зависит от того, какие способности и качества человека являются ценными в данное время в данном обществе.

Общепредметные компетенции относятся к определенному кругу учебных дисциплин и образовательных областей. Данные компетенции включают способности решать проблемы, требующие применения различных фактов или соответствующих понятий из различных разделов разных предметов, а также понимание обобщенных понятий и подходов, использование понятий и методов из других образовательных областей. Общепредметные компетенции связываются с усвоением гуманитарных ценностей, определяющих смыслы образования. К тому же общепредметные компетенции должны обладать свойством переноса в другие предметы или в другие образовательные области.

Предметные компетенции – частные по отношению к двум предыдущим уровням компетенции, имеющие конкретное описание и возможность формирования в рамках отдельных учебных предметов. Эти компетенции связаны со способностью обучаемых привлекать к решению проблем полученные знания, умения и навыки, формируемые в рамках конкретного предмета.

Предметные компетенции связаны с конкретным содержанием учебного предмета и определяются исходя из задач, решаемых в рамках данного предмета и направленных на усвоение предметного содержания и освоение способов деятельности, связанных с данной предметной областью.

Таким образом, в системе образования метапредметные компетенции представляют собой наиболее обобщенную группу компетенций, в которых отражается социальный опыт, обязательный к усвоению учащимися. Формирование метапредметных компетенций обеспечивается эффективным функционированием системы образования в целом, а не только через отдельные учебные предметы или образовательные области. При этом при определении содержания образования по каждому конкретному учебному предмету необходимо исходить из задачи формирования метапредметных компетенций.

Обычно компетенции учебных предметов описываются с помощью стандартов, учебных программ и критериев выполнения заданий или поведенческих эталонов, характеризуют деятельные возможности личности в контексте деятельности.

Заметим, что, например, для учащихся школ номенклатура общепредметных компетенций (знания, умения, ценностные ориентации, опыт деятельности), как и ключевых компетенций, не делится по учебным классам или по отдельным предметам. Многие из них могут иметь сквозное присутствие на всех ступенях обучения, отличаясь лишь полнотой представления. Это же относится и к разным типам учебных заведений.

Также следует обратить внимание на ряд других трудностей, имеющих в теории компетенций. При анализе номенклатуры компетенций, относительно разных специальностей, выделим только основные, касающиеся образовательных компетенций. В первую очередь следует обратить внимание на следующие моменты:

- создание типологии (разновидностей) компетенций;
- установление соотношений компетенций и знаний–умений–навыков;
- поиск соотношений компетенций и профессионально важных качеств.

Схемы типологий у разных авторов не отражают всего многообразия компетенций и отношений между ними. Содержание ключевых компетенций может пересекаться. Например, в ситуации, когда носителем информации является человек, одновременно активизируются информационная и коммуникативная компетенции.

В практической части естественнонаучных дисциплин при решении специфических заданий, сопровождающих теоретический материал, в педагогической практике встречаются довольно часто отличные от других дисциплин дидактические задания – учебные физические, химические и астрономические эксперименты, нетрадиционно сформулированные лабораторные работы и экспериментальные творческие задания – особенно много таких заданий на школьных олимпиадах и конкурсах.

Для преодоления указанных трудностей возникает необходимость уточнения существующих типологий и перечней компетенций, а именно добавить еще один уровень – *субпредметные компетенции* [14]. Что мы понимаем под ними?

По нашему представлению, *субкомпетенция* – это составляющая компетенции (дословно «подкомпетенция»), сохраняющая все ее свойства, соотносимые с деятельностью обучаемого по данному предмету. Так же как компетенции составляют «анатомию» компетентности, подобно этому и субкомпетенции составляют «анатомию» предметных и общепредметных компетенций. В обобщенном виде иерархию образовательных компетенций можно представить в виде структурной схемы – рис. 3.

Необходимость в декомпозиции компетенции на субкомпетенции возникает тогда, когда ее содержание многосоставно и сложно, и поэтому не может быть освоено обучающимся (и / или диагностировано преподавателем) в одной учебной ситуации, «в один шаг», т.е. одновременно. В такой ситуации формирование предметной компетенции возможно посредством последовательного овладения субкомпетенциями. В отдельных случаях при принципиальной невозможности оценить компетенцию «целиком» диагностические процедуры могут быть также организованы как поэтапное оценивание субкомпетенций с последующим интегрированием оценки.

Например, предметная компетенция «Проверить на точность настройки телескоп и провести наблюдение двойной звезды по заданным координатам» включает в себя сразу три субкомпетенции, связанные с подготовкой и настройкой телескопа, усвоением понятий о системе координат и знанием методов наблюдения двойных звезд. Сформированность компетенции в целом идентифицируется посредством суммирования оценок субкомпетенций, а не знаний и умений, необходимых для их освоения. Из приведенного примера становится понятным, что наборы предметных субкомпетенций могут отличаться в разных учебных дисциплинах. Субкомпетенции помогают идентифицировать, а значит и оценить отдельные составляющие деятельности обучаемого (операции / умения / знания).

Примерный перечень субкомпетенций. Если кратко определить, что компетентность – это умение мобилизовать в конкретной ситуации полученные знания и опыт, то в этом случае естественно-научные дисциплины для педагога предполагают формирование и развитие в процессе обучения социально значимых ценностных ориентаций, формирование и развитие ключевых и предметно-специальных компетенций, опыта творческой деятельности, умений ориентироваться в потоке информации и анализировать ее, способности к самостоятельному добыванию знаний, совершенствование системных мировоззренческих знаний, создающих основу для непрерывного образования и самообразования.

Исходя из выше заявленной нами структуры и иерархии компетенций предмета (рис. 3) представим основные субпредметные компетенции в развернутом виде, которые могут включать:

- ❖ *информационные субкомпетенции* (умение работать с учебником, текстом, дополнительной литературой, составить план прочитанного, выделить главное, работать с астрономическими таблицами и диаграммами);
- ❖ *интеллектуальные субкомпетенции* (анализ, синтез, обобщение, прогнозирование, сравнение, классификация, исследование, моделирование и проектирование, рефлексия);
- ❖ *организационные субкомпетенции* (определение цели, выделение критериев успеха и оценки, планирование, самоорганизация на деятельность, самоанализ и самоконтроль, самооценка, самокоррекция и рефлексия);
- ❖ *коммуникативные субкомпетенции* (умение ставить вопросы, слушать и слышать, участвовать в дискуссии, работать в группе, осуществлять взаимоконтроль и взаимную оценку);
- ❖ *субкомпетенции функциональной грамотности* (умение отличать факты от домыслов, владение измерительными навыками, использование вероятностных, статистических и иных методов познания);
- ❖ *математические субкомпетенции* (умение проводить вычисления, включая округление и оценку (прикидку) результатов действий, использовать для подсчетов известные формулы; умение извлечь и проинтерпретировать информацию, представленную в различной форме (таблиц, диаграмм, графиков, схем и др.; умение вычислять длины, площади и объемы реальных объектов при решении практических задач);
- ❖ *личностные* (направленные на конкретную личность, они служат некоторым мерилем, эталоном поведения личности).



Рис. 3.
Типология и иерархия образовательных компетенций

Заметим, что все виды компетенций необходимо рассматривать в комплексе. Нельзя ограничиваться только, например, предметными компетенциями (напомним, что они явно прописаны в содержании учебных программ).

Методические требования и условия к формированию компетентностного подхода в образовательной практике. В образовательной практике компетентностный подход может быть реализован, если действия преподавателя будут направлены на создание в учебной группе развивающей среды. К необходимым условиям этого требования следует отнести создание таких ситуаций (представляем далеко не полный их перечень):

- учить обучаемых задавать вопросы к наблюдаемым фактам, отыскивать причины явлений, обозначать свое понимание или непонимание по отношению к изучаемой проблеме. В занятиях необходимо чаще использовать вопрос «Почему?», чтобы научить мыслить причинно: понимание причинно-следственных связей является обязательным условием развивающего обучения;
- приучать демонстрировать обучаемым в их общении, что осознание того, что я (обучаемый) чего-то «не знаю», «не умею» или «не понимаю», не только не стыдно, но является первым шагом к «знаю», «умею» и «понимаю»;
- учить организовывать планирование, анализ, рефлексия, самооценку своей учебно-познавательной деятельности;
- понимать осознанность цели работы и ответственности за результат;
- педагогу демонстрировать заинтересованность в успехе обучаемых в достижении поставленных целей;
- включать (и использовать) в процессе обучения разные виды деятельности;
- побуждать к выражению и обоснованию своей точки зрения, отличной от точек зрения окружающих;
- создавать условия для проявления инициативы на основе собственных представлений;
- учить не бояться высказывать свое понимание (или способы решения) какой-либо проблемы, особенно в тех случаях, когда оно расходится с пониманием большинства; помогать справляться с ошибками;
- учить выслушивать и стараться понять мнение других, но иметь право не соглашаться с ним;
- учить определять свою позицию относительно обсуждаемой проблемы;
- делиться с собеседниками своими мыслями и ожиданиями относительно обсуждаемой проблемы, темы или конкретной ситуации деятельности.

Таким образом, компетентностный подход предусматривает ориентацию учебного процесса на развитие самостоятельности и ответственности за результаты своей деятельности. Формирование компетентностей обучаемых обусловлено реализацией не только содержания образования. Центральным моментом в организации обучения в духе компетентностного подхода в онтологическом аспекте является поиск и освоение таких форм обучения, в которых акцент ставится на самостоятельной учебной деятельности самих студентов. Подобных форм в мировом опыте довольно много. Это различные формы проблемного, проектного и личностно ориентированного обучения, практико-ориентированного обучения, использование ИКТ, интерактивных технологий, деятельностный подход и др. Общий знаменатель всех форм обучения, направленных на развитие или формирование ключевых компетенций можно сформулировать так: это смещение акцента с односторонней активности учителя на самостоятельное учение, ответственность и активность самих обучаемых.

Переориентирование на образовательные компетенции предполагает усвоение студентами не отдельных друг от друга знаний и умений, а овладение комплексной процедурой, в которой для каждого выделенного направления присутствует соответствующая совокупность образовательных компонентов, имеющих личностно-деятельностный характер. В комплексности образовательных компетенций заложена дополнительная возможность представления образовательных стандартов в системном виде, допускающем построение четких измерителей по проверке успешности их освоения.

Заключение. Специфические требования к содержанию обучения любого учебного предмета включают формирование гибких и мобильных знаний, а также умение применять их в нетипичных ситуациях. Для решения этой педагогической задачи и должен успешно применяться компетентностный подход в организации учебного процесса.

Компетентностный подход задает набор компетенций, ориентированных на смысловую составляющую любого вида профессиональной деятельности. Обладая такими компетенциями, возникающими в результате специально инициированной учебной деятельности, обучаемый получает возможность вы-

страивать свою индивидуальную учебную деятельность адекватно условиям современности. Компетентностный подход выступает в качестве оппонента утвердившейся давно «ЗУНовской» парадигме.

Основным результатом деятельности образовательных учреждений должна стать не система знаний, умений и навыков сама по себе. В этом случае речь идет уже о создании спектров компетенций обучаемых в интеллектуальной, информационной, правовой, онтологической и других сферах.

Таким образом, компетентностный подход предполагает не усвоение обучаемым отдельных друг от друга знаний и умений, а овладение ими в комплексе. В связи с этим меняется, а точнее, по иному принципу определяется система методов обучения. В основе отбора и конструирования методов обучения лежит структура соответствующих компетенций и функции, которые они выполняют в образовании. Предстоит работа по детализации типологий компетенций в рамках отдельных специальностей и специализаций подготавливаемых кадров.

Оценивание результатов обучения в рамках компетентностного подхода позволяет совершенствовать содержание обучения, обеспечивать действенную обратную связь между преподавателем и студентами, активизировать их самостоятельную работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Педагогика многообразия: учеб. пособие / авт. кол.: О. Грауманн, В. Гребенникова, М. Емельянова, Г. Нестеренко [и др.]; под общ. ред. Г. Нестеренко; науч. ред. С. Цымбал. – Херсон: ОЛДИ-ПЛЮС, 2016. – 420 с.
2. Данилова, М.И. Исторические типы онтологии (курс лекций): учеб. пособие / М.И. Данилова, Д.А. Бочковой. – Краснодар, 2015. – 100 с.
3. Лапшин, В.А. Онтологии в компьютерных системах / В.А. Лапшин. – М.: Научный мир, 2010. – 160 с.
4. Безрукова, В.С. Педагогика / В.С. Безрукова. – Екатеринбург: Изд-во Свердловского инженерно-педагогического института, 1993. – 320 с.
5. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
6. Огарев, Е.И. Компетентность образования: социальный аспект / Е.И. Огарев. – М.: РАО ИОВ, 1995. – 234 с.
7. Татур, Ю.Г. Образовательный процесс в вузе: методология и опыт проектирования / Ю.Г. Татур. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 153 с.
8. Сахарова, Н.С. Категории «компетентность» и «компетенция» в современной образовательной парадигме / Н.С. Сахарова // Вестн. Омского гос. ун-та. – 1999. – Вып. 3. – С. 51–58.
9. Равен, Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация: пер. с англ. / Дж. Равен. – М.: «Когито-Центр», 2002. – 396 с.
10. Ефремова, Н.Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание / Н.Ф. Ефремова. – М.: Издательство «Национальное образование», 2012. – 416 с.
11. Кудрявцева, Е.И. Компетенции и менеджмент: компетенции в менеджменте, компетенции менеджеров, менеджмент компетенций: монография / Е.И. Кудрявцева. – СПб.: ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2012. – 340 с.
12. Рубцов, В.В. Компетентностный подход как концептуальная основа связи профессионального образования и профессионального труда / В.В. Рубцов, Ю.М. Забродин // Вестник практической психологии образования. – 2012. – № 3. – С. 45–51.
13. Хуторской, А.В. Современная дидактика: учеб. пособие / А.В. Хуторской. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 2007. – 640 с.
14. Галузо И.В. Сущность и оценочные средства компетентностного подхода в преподавании астрономии / И.В. Галузо // Фізика. – 2018. – № 3. – С. 45–59.

REFERENCES

1. Graumann O., Grebennikova V., Yemelyanova M., Nesterenko G. *Pedagogika mnogoobraziya: ucheb. posobiye* [Education of Diversity: Textbook], Kherson: OLDI-PLUS, 2016, 420 p.
2. Danilova M.I., Bochkova D.A. *Istoricheskiye tipy ontologii (kurs lektсий): ucheb. posobiye* [Historical Types of Ontology (Lecture Course): Textbook], Krasnodar, 2015, 100 p.
3. Lapshin V.A. *Ontologii v kompyuternykh sistemakh* [Ontologies in Computer Systems], M.: Nauchni mir, 2010, 160 p.
4. Bezrukova V.S. *Pedagogika* [Science of Education], Ekaterinburg: Izd-vo Sverdlovskogo inzhenerno-pedagogicheskogo instituta, 1993, 320 p.
5. Zimniaya I.A. *Vysshye obrazovaniye segodnya* [Higher Education Today], 2003, 5, pp. 34–42.
6. Ogarev E.I. *Kompetentnost obrazovaniya: sotsialni aspekt* [Competence of Education: Social Aspect], M.: RAO IOV, 1995, 234 p.
7. Tatur Yu.G. *Obrazovatelni protsess v vuze: metodologiya i opyt proyektirovaniya* [Educational Process in Higher School: Methodology and Design], M.: MGTO im. N.E. Bauman, 2009, 153 p.
8. Sakharova N.S. *Vestn. Omskogo gos. un-ta* [Journal of Omsk State University], 1999, 3, pp. 51–58.
9. Rawen J. *Kompetentnost v sovremennom obshchestve: vyivleniye, razvitiye realizatsiya* [Competence in Contemporary Society: Identification, Development and Implementation. Translation from English], M.: «Kogito-Tsentr», 2002, 396 p.
10. Efremova N.F. *Kompetentsii v obrazovanii: formirovaniye i otsenivaniye* [Competences in Education: Formation and Assessment], M.: Izdatelstvo «Natsionalnoye Obrazovaniye», 2012, 416 p.
11. Kudryavtseva E.I. *Kompetentsii i menedzhment: kompetentsii v menedzhmente, kompetentsii menedzherov, menedzhment kompetentsii. Monografiya*, [Competences and Management: Competences in Management, Competences of Managers, Management of Competences. Monograph], St. Petersburg: IPTs SZIU RANKH i GS, 2012, 340 p.
12. Rubtsov V.V., Zabrodin Yu.M. *Vestnik prakticheskoi psikhologii obrazovaniya* [Journal of Practical Psychology of Education], 2012, 3, pp. 45–51.
13. Khutorskoi A.V. *Sovremennaya didaktika: ucheb. posobiye* [Contemporary Didactics: Textbook], M.: Vyssh. shkola, 2007, 640 p.
14. Galuzo I.V. *Fizika* [Physics], 2018, 3, pp. 45–59.

Поступила в редакцию 22.01.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: galuzo47@mail.ru – Галузо И.В.

Обучение информационным технологиям иностранных студентов: проблемы и пути их решения

Т.С. Жилинская

Учреждение образования «Белорусский государственный университет
культуры и искусств»

Увеличение числа иностранных студентов в системе высшего образования Республики Беларусь привело к необходимости поиска новых подходов к их обучению, в том числе и информационным технологиям (ИТ). Эти подходы должны предусматривать не только изменение содержания обучения, – с учетом имеющихся у иностранных студентов знаний и умений, – но и пересмотр методики ввиду того, что обучить нужно представителей иной культуры.

Цель статьи – изучить особенности подготовки и проведения учебных занятий при обучении ИТ иностранных студентов, выделить основные проблемные вопросы и предложить пути их решения.

Материал и методы. Исследование проводилось на базе данных, полученных в БГУКИ. В качестве первичных материалов для исследования изучались содержание и методика обучения дисциплине «Основы информационных технологий», которая является обязательным компонентом магистерской подготовки. Методологическая основа – системный подход, деятельностные концепции культурологии, психологии и педагогики. Использована методология культурологической концепции содержания образования, проведен анализ научной, педагогической и нормативной литературы.

Результаты и их обсуждение. В статье сформулированы основные проблемы, которые возникают при разработке методики обучения ИТ иностранных студентов, связанные с их национально-психологическими особенностями, неоднородностью подготовки в области применения ИТ, недостаточным знанием русского языка и проч. Представлены результаты проведенного анкетирования студентов из КНР, которое подтвердило выявленные проблемы. Описаны методические приемы, которые разработаны на основе принципов обучения на неродном языке и особенностей обучения иностранных студентов. Приведены конкретные реализованные примеры из личного опыта.

Заключение. В результате исследования обоснованы характеристики методики обучения информационным технологиям, разработаны новые методы и приемы, обновлено содержание обучения, что позволяет повысить качество подготовки иностранных студентов к будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: методика информатики, информатика для иностранных студентов, специфика обучения иностранных студентов.

Teaching Information Technologies for Foreign Students: Problems and Ways to Solve Them

T.S. Zhylynskaya

Educational Establishment «Belarusian State University of Culture and Arts»

The increase in the number of foreign students in Belarusian higher education system has led to the need to find new approaches to their training, including the teaching of information technology (IT). These approaches should include changes in the content of education according to the actual knowledge of international students and their practical skills in the sphere of IT. Moreover, the changes in methodology should be considered as teachers need to train representatives of different cultures.

The goal of the article is to study the specifics of preparing academic classes and teaching IT for foreign students, highlighting the main problematic issues and suggesting the ways to solve them.

Material and methods. The study was carried out on the basis of data obtained from the Belarusian State University of Culture and Arts. As the primary materials for the research, the content and the methodology of teaching the obligatory for Master's program discipline «Fundamentals of Information Technology» were studied. To fulfill the goal of the study the following methods were used: the system approach, activity concepts of cultural studies, psychology and education. The methodology of the cultural concept of the content of education was used, the analysis of scientific, pedagogical and normative literature was carried out.

Findings and their discussion. The article summarizes the main problems that arise during the development of the methodology for teaching IT to foreign students, related to their national and psychological characteristics, the heterogeneity of training in the field of IT, lack of knowledge of the Russian language, and so on. The results of the questionnaire survey among Chinese students which confirmed the identified problems are presented. Methodical techniques developed on the basis of the principles of teaching in a foreign language and the specifics of teaching international students are described. Examples from personal teaching experience are given.

Conclusion. As a result of the study, the characteristics of the methodology for teaching information technologies are justified, new methods and techniques have been developed, the content of training has been updated, which makes it possible to improve the quality of training foreign students for would-be professional activity.

Key words: *IT methods, IT for foreign students, specifics of teaching foreign students.*

За последние несколько лет интернационализация высшего образования на постсоветском пространстве заметно ускорилась. Согласно социологическим исследованиям Т.Т. Капезиной, примерно двое из ста студентов, которые обучаются в высшей школе Российской Федерации, – иностранцы из развивающихся стран [1]. Аналогичная ситуация сложилась и в системе высшего образования Республики Беларусь. Государственная политика Беларуси нацелена на экспорт образовательных услуг, в связи с чем наблюдается резкое увеличение числа иностранных студентов. В Белорусском государственном университете культуры и искусств (БГУКИ) на январь 2017 года на факультете культурологии и социокультурной деятельности на второй ступени обучались 132 иностранных студента из Китая (КНР), в январе 2018 года их количество увеличилось до 186. Большинство иностранных студентов изучают программу второй ступени (магистр) по специальности «Искусствоведение» с присвоением квалификации «магистр искусствovedения». Пройти обучение возможно на трех языках: русском, белорусском и английском.

Учебный план магистерской ступени включает обязательные дисциплины, в число которых входит курс «Основы информационных технологий», основная цель которого состоит в обучении эффективному применению информационных технологий при подготовке и представлении квалификационной работы и в будущей профессиональной деятельности.

В связи с этим становится актуальной проблема поиска новых подходов к обучению иностранных студентов специальности «Искусствоведение» применению информационных технологий. Такие подходы должны предусматривать расширение и обновление как содержания обучения за счет знаний и умений практических видов деятельности, характерных для искусствоведов в условиях информационного общества и осуществляющихся на базе информационно-коммуникационных технологий, так и пересмотр методики обучения в связи с комплексом проблем, которые возникают при обучении представителей иной культуры, в том числе и на иностранном языке.

Цель статьи – изучить особенности подготовки и проведения лекций и лабораторных работ при обучении информационным технологиям иностранных студентов – будущих искусствоведов, выделить основные проблемные вопросы и предложить пути их решения.

Материал и методы. Исследование проводилось на базе данных, полученных в БГУКИ. В качестве первичных материалов для исследования изучались содержание и методика обучения дисциплины «Основы информационных технологий», которая является обязательным компонентом магистерской подготовки иностранных студентов. Методологическая основа – системный подход, деятельностные концепции культурологии, психологии и педагогики. Использована методология культурологической концепции содержания образования, проведен анализ научной, педагогической и нормативной литературы.

Результаты и их обсуждение. Сформулируем основные проблемы, которые возникают при разработке методики обучения иностранных студентов информационным технологиям.

Национально-психологические особенности. Так как иностранные студенты являются представителями иной культуры, то устойчивые особенности, которые ей характерны (особенности восприятия мира, мотивов поступков, связанных с этническими интересами и религией, особенности темперамента, выражения эмоций, распространенные привычки, традиции, стереотипы, потребности, ритуалы и др.), обязательно проявляются и в обучении, вносят специфику в восприятие учебного материала, в характер взаимодействия с педагогом и другими студентами.

Недостаточное владение русским языком. Данная проблема проявляется в сложностях проверки подготовленности и итоговой аттестации студентов.

Отсутствие единой системы отбора. Основной сложностью организации вступительной кампании является территориальная удаленность студентов. Трудности организации их приезда в страну до начала обучения затрудняют проверку готовности к обучению.

Неоднородность подготовки в области информационных технологий. Информационные технологии в процессе школьной подготовки могут охватывать широкий круг тем от теоретических исследований алгоритмов и пределов вычислений до практической реализации вычислительных систем в области аппаратного и программного обеспечения. Исследование содержания школьной программы в родной для иностранных студентов стране позволяет определить примерный уровень подготовки. Однако в некоторых странах из-за использования выборочного блочно-модульного подхода к построению школьной программы результаты подобного исследования могут быть малодостоверными.

Рассмотрим выявленные проблемы более подробно и наметим пути решения обозначенных проблемных ситуаций за счет изменений в методике обучения иностранных студентов информационным технологиям.

Процесс обучения иностранного студента в белорусском вузе не протекает изолированно от социокультурной среды, в которую он попадает и к которой вынужден так или иначе адаптироваться. Согласно исследованиям М.И. Иванова одним из основных факторов, которые влияют на успешную адаптацию и впоследствии на успешный процесс обучения иностранных студентов, является адаптация к новой педагогической системе [2]. Здесь большую роль играет способность педагогической системы вуза учитывать не просто потребности и интересы иностранных студентов, но и их культурные особенности в целом.

В связи с этим первоначально при разработке приемов и методов учебных занятий по информационным технологиям с иностранными студентами необходимо учитывать *специфику национально-психологических качеств студентов* [2]. Согласно М.И. Ивановой у студентов Юго-Восточной Азии развито абстрактное мышление, для них характерно спокойное восприятие перемен, отмечен высокий уровень нравственности, самоконтроля и дисциплины, наблюдается замкнутость, неконтактность, упрямство, повышенное внимание к собственной репутации. Эти студенты адаптируются менее успешно по сравнению с представителями иных культур в силу власти традиций, во многом ритуализированного поведения. Специфика педагогического общения со студентами заключается в таком случае в обсуждении требующих размышления вопросов дисциплины; активном применении в обучении самостоятельных видов деятельности; применении морально-этической мотивации личных достижений.

Например, для китайских студентов, число которых составляет в Белорусском государственном университете культуры и искусств примерно 80% от всех иностранных студентов, главной чертой является коллективизм, где ценность отдельного человека определяется его важностью для коллектива. Подавление индивидуалистических черт характера объясняется скученностью проживания, при котором любой индивидуум окружен множеством себе подобных [3]. С учетом этого специфика педагогического общения заключается в организации групповых дискуссий по обсуждению сложных вопросов дисциплины.

Специфика обучения информационным технологиям предполагает активное использование самостоятельной работы за счет того, что половина учебных занятий по дисциплине – лабораторные. Применение пошаговых дидактических материалов для выполнения задания дает возможность студентам выполнять задания самостоятельно – здесь преподавателю отводится роль консультанта. Однако следует учитывать, что китайцы стараются не обидеть собеседника выражением открытого несогласия или отказом, поэтому часто произносят «да», даже подразумевая отрицательный ответ [4]. Поэтому преподаватель должен быть готов к необходимости задать дополнительный вопрос или предложить выполнить задание для подтверждения того, что студенту понятен объясненный материал.

Таким образом, возникает задача выбора стратегии педагогического общения и разработки методики обучения в зависимости от национально-психологических особенностей. Один из вопросов, который проявляется при обучении иностранных студентов, – *недостаточная осведомленность профессорско-преподавательского состава о национально-психологических особенностях студентов*. Это влияет на выбор *стратегии педагогического общения* и разработку *методики обучения учебной дисциплине* в зависимости от особенностей различных региональных групп.

В связи с использованием субординационного подхода во взаимоотношениях одной из черт китайского характера является четкое исполнение социальных обязанностей перед самим собой и другими людьми. Китайские студенты выполняют задания, когда сформулирован алгоритм выполнения и четко поставлены задачи и цель, которую нужно достичь. Поэтому нами разработаны пошаговые инструкции по выполнению лабораторных работ, которые написаны на упрощенном русском языке.

Следующий вопрос – *слабое знание русского языка*, не позволяющее большинству иностранных граждан *полностью воспринимать читаемые в вузе лекции и иной учебный материал*. В некоторой степени эта проблема решается за счет специальных курсов и большого количества часов русского языка, но полностью она пока не решена. Как следствие, недостаточное владение русским языком не позволяет иностранным студентам полностью воспринимать предлагаемый на лекционных, практических и лабораторных занятиях учебный материал. Кроме того, играет фактор времени. Обучение профильным предметам не может быть отложено до достижения студентами необходимого уровня знаний русского языка. Русский (и белорусский) терминологический словарь по информационным технологиям во многом заимствован из английского языка, у которого нет никакого сходства с китайским. Поэтому преподаватель информационных технологий должен четко понимать, что одна из задач, стоящая перед ним, – изучение студентами правильного произношения основных специфических терминов. Это новая задача, неактуальная при обучении русскоговорящих студентов. Каждый термин должен проговариваться и повторяться несколько раз при групповой и индивидуальной работе.

Существуют и организационные проблемы, которые рассмотрены в исследованиях А.Л. Арефьева и Ф.Э. Шереги [5]. Ученые делают вывод об *отсутствии единой унифицированной системы отбора иностранных учащихся*. Это оказывает влияние на качественный состав прибывающих на учебу иностранных граждан. Некоторые иностранные абитуриенты владеют русским языком на уровне, который не позволяет адекватно проверить качество их подготовки по профильным предметам и их возможности усваивать профильные предметы. Таким образом, проблема *проверки преподавателями качества знаний студентов*, а также проведения *достоверной аттестации качества итоговой подготовленности* иностранного гражданина как специалиста также тесно связана со слабым знанием русского языка. Итоговая аттестация по информационным технологиям включает несколько этапов. Во-первых, студенты готовят реферат по общеобразовательной дисциплине «Основы информационных технологий», который должен быть оформлен согласно всем правилам оформления выпускных работ. Особое внимание уделяется правилам оформления титульного листа, литературы, рисунков, таблиц, обязательно использование автоматической верстки оглавления и разработка практической части. Тематика реферата и его практическая часть тесно связаны с содержанием магистерской диссертации. Практическая часть включает разработанные студентом материалы на основе любого прикладного программного обеспечения. В связи со спецификой БГУКИ, чаще всего, это аудио, видео, презентационный и другой мультимедийный материал.

Для изучения вопроса *неоднородности подготовки* мы провели анализ программ школьной подготовки по информатике в КНР [6], что позволило определить его и сопоставить с содержанием и уровнем владения информационными технологиями. Дисциплина «Информационные технологии» в КНР, которая по содержанию соотносится с курсом «Информатика» в школах Беларуси, имеет следующие структурные блоки. В начальной школе – базовый модуль «Введение в ИТ» (72 ч); два дополнительных модуля «Знакомство с разработкой алгоритмов и программированием» (36 ч) и «Знакомство с роботом» (36 ч). Программа средней школы в КНР включает базовый модуль «Информационные технологии» (36 ч); два дополнительных модуля «Разработка алгоритмов и программирование» (36 ч); «Проектирование и создание роботов» (36 ч). В старшей школе предложены три вариативных модуля: «Практическое использование сетевых технологий» (36 ч); «Практическое использование мультимедийных технологий» (36 ч) и «Разработка алгоритмов и программирование» (36 ч). Базовые модули являются обязательными для изучения. Дополнительные модули определяются исходя из условий конкретной школы. В старшей школе должны быть изучены не менее двух из трех модулей [7]. Выборочный блочно-модульный подход к построению китайской школьной программы по информатике и приводит, на наш взгляд, к *неоднородности подготовки китайских студентов в области применения информационных технологий*.

Для уточнения выявленных проблем и сбора фактического материала нами проведено анкетирование студентов из КНР, которые проходят обучение в БГУКИ на второй ступени обучения. В опросе участвовало 107 студентов. Согласно результатам анкетирования, для обработки текстовой, числовой и мультимедийной информации обучающиеся активно используют интегрированный *пакет* приложений для автоматизации офисной деятельности MS-Office. При решении задач по созданию и обработке графической информации применяются Photoshop и Corel Draw. Сложности возникли при ответе на вопрос, который связан с обработкой звуковой и видеоинформации. На вопрос ответили только 15% опрошенных, те, специализация которых связана с музыкой. Значительную часть трудностей (75% опрошенных), которые испытывают студенты при изучении информационных технологий, можно разбить на две группы. Первая группа проблем связана с недостаточным знанием русского языка, в том числе и знанием терминологии, вторая – с недостаточным наглядным представлением всего изучаемого материала. Таким образом, результаты анкетирования подтвердили выявленные ранее проблемы.

Опишем методические приемы, которые разработаны нами на основе принципов обучения на неродном языке и особенностей обучения иностранных студентов [8]. Приведем конкретные реализованные примеры из личного опыта обучения иностранных студентов.

– При проведении лекционных и лабораторных занятий особое внимание необходимо уделить *темпу изложения учебного материала*. По сравнению с обучением русскоязычных студентов *темп* должен быть *замедлен* значительно. При этом естественно возникнет проблема количества обязательного для изложения учебного материала. Нами эта проблема была решена за счет вынесения некоторых тем на самостоятельное изучение с обязательной организацией контролируемой самостоятельной работы. Для самостоятельного изучения предложены относительно несложные и частично знакомые студентам темы. Например, изучение текстовых, графических, аудио, видео, архивных и других форматов представления информации. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в форме представления эссе и заполнения табл. 1.

Анализ типов файлов		
Типы файлов	Назначение (применение)	Примеры (минимум 5)
Текстовые		
Графические		
Архивные		
Презентации		
Аудио		
Видео		
Другие (дополнить самостоятельно)		

– Весь процесс обучения информационным технологиям должен сопровождаться *графическим представлением* не только графического и видеоматериала, но и *текстового*. Практически все термины и определения должны быть визуализированы. Поэтому каждая лекция и лабораторная работа имеют презентационное сопровождение.

При повторении темы «Программное обеспечение» студентам предлагаются варианты программ, которые написаны на доске (слайде или карточке). Учащимся необходимо классифицировать предлагаемые программы в зависимости от выполняемых функций по трем категориям (системное, прикладное, инструментальное). Студенты выполняют данное задание по группам, затем идет коллективное обсуждение результата выполнения. Обязательно несколько студентов демонстрирует результат выполнения на доске, что позволяет, с одной стороны, всем участникам проверить правильность выполнения, а с другой – правильность произношения названий программного обеспечения на русском языке. Национальные методические традиции не ориентированы на коммуникационный стиль обучения учащихся, что не позволяет китайским студентам проявлять инициативу самостоятельно, поэтому использование групповых форм выполнения заданий будет эффективно и оправдано. При формулировании и проверке представленных заданий преподаватель должен учитывать то, что для китайцев очень важно «сохранить лицо», выглядеть в глазах окружающих достойно [9]. По этой причине следует проявлять сдержанность и такт при обсуждении и исправлении ошибок китайских студентов.

– Часто при обучении русскоязычной аудитории преподаватель опирается на *культурный контекст*. При обучении иностранных студентов чаще всего такая *опора отсутствует*, поскольку *культурный контекст значительно отличается*. При обучении переводу чисел из десятичной системы в двоичную и наоборот возникает необходимость использования деления столбиком. Однако китайская система записи деления столбиком значительно отличается от принятой в нашей стране, что осложняет эффективное восприятие материала. Это только один из примеров, который подтверждает, что кросс-культурные различия не позволяют в полной мере опираться на культурный контекст. Подача отдельных тем должна сопровождаться подробно обоснованными замечаниями общего характера, которые определяют место данной темы во всем курсе информационных технологий. Зачастую трудности усвоения вызывает не сложность преподаваемого материала, а непонимание смысла обсуждаемой проблемы. Поэтому при изучении областей применения информационных технологий преподаватель вначале демонстрирует необходимость изучения прикладного программного обеспечения по обработке графических изображений для реализации будущей профессиональной деятельности, например, в сфере культуры и искусств (реставрирование, оцифровка и др.). И в итоге – это изучение тем, связанных с кодированием цвета (цветовые модели) и графическими форматами.

– При обучении иностранных студентов необходимо использовать прием «лапидарного изложения» – *упрощенная научная речь*, которая представляет собой «облегченную» форму изложения материала, при которой применяются упрощенные конструкции предложений, повторения, вопросы для привлечения внимания слушателей и т.п. Это касается как лексики, так и фразеологии. Подобная проблема в некоторой степени решается при обучении информационным технологиям подготовкой для каждого учебного занятия словаря терминов, в котором студенты могут делать заметки, записи на родном языке, дополнять его при необходимости.

– В зависимости от подготовки аудитории допустимо рассмотреть вариант использования приема «язык-посредник», в качестве которого может быть *английский*. Несмотря на то, что согласно исследованиям В.В. Краснощекова [10] китайские студенты, обучающиеся в России, как правило, не

изучают в школах английский и другие иностранные языки, кроме русского, практика показала, что состав иностранных студентов очень различен и применение этого приема обучения оправдано.

– Одной из особенностей методики обучения информационным технологиям является более высокая мера индивидуализации по сравнению с другими дисциплинами. Как известно, индивидуализация обучения выступает наиболее действенным способом педагогической поддержки адаптации иностранных студентов [11]. Индивидуализация позволяет снизить степень неравномерности уровня подготовки студентов, когда некоторые студенты частично знают материал, в то время как для оставшихся он является новым. Для выравнивания уровня подготовки студентов нами используются следующие методы обучения:

- *кооперированное*, которое заключается в том, что каждый участник группы обязан не только сам выучить, но и научить своего сокурсника. Это может быть изучение теоретического материала или выполнение практического задания. Каждый студент работает над материалом до тех пор, пока каждый член группы не овладеет вопросом;
- *групповое*, при котором студенты разбиваются по группам и каждой из них дается задание. Это обеспечивает максимальное включение всех студентов в учебный процесс. Однако состав группы должен постоянно меняться, так как зачастую в группе работают одни и те же студенты;
- *письменных работ*, когда проводятся записи и выписки, конспектируется материал, составляются тезисы, пишутся рефераты или эссе и т.д.;
- *проектов*, который состоит в самостоятельном решении определенной проблемы студентами с обязательной презентацией результатов. Проект будет считаться осуществленным, если его результаты представлены наглядно, основательно и конкретно. При выполнении проекта может использоваться как индивидуальная, так и групповая работа. Результаты выполнения должны быть представлены и защищены;
- *электронного обучения*, который подразумевает обучение посредством Интернета и мультимедийных средств. Частично учебный материал по обучению дисциплине «Основы информационных технологий» представлен на разработанном информационном ресурсе «Информационные технологии в культуре» («Information Technology in Culture»), размещенном по адресу: <http://inftinculture.blogspot.com>. Используя этот ресурс, студент может получить консультацию по интересующему его вопросу.

Например, как вариант закрепления теоретического материала по отличительным особенностям компьютерной графики студентам предлагается групповая работа по заполнению табл. 2.

Таблица 2

Анализ видов компьютерной графики

Критерии для сравнения	Растровая графика	Векторная графика
Основной элемент изображения		
Изменение качества изображения при масштабировании (с ухудшением или без изменения качества)		
Соотношение цвета и формы (отделены или не отделены)		
Фотореалистичность (да, нет)		
Форматы		
Графические программы		
Примеры применения в профессиональной деятельности культуролога		

Каждая группа работает индивидуально, затем проводится коллективное обсуждение полученных результатов. Задача преподавателя заключается не столько в проверке правильности заполнения, сколько в формулировании вопросов, ответы на которые дадут аргументированное обоснование правильности представленного в таблице ответа.

– Один из простых методов – применение специальных учебных пособий типа опорных конспектов. В разработанные конспекты студенты могут записывать основные термины, определения и пояснения. Эти записи иностранные студенты могут делать на родном языке. Идеальным вариантом были бы уже разработанные пособия, в которых материал представлен на двух или трех языках обучения (родной, русский, английский), *учитывающие требования теории учебника на неродном языке* [12].

Заключение. В результате проведенного исследования сделан вывод о том, что обучение информационным технологиям иностранных студентов, в том числе студентов из КНР, составляющих большинство иностранных студентов в БГУКИ, имеет специфические особенности. Эти особенности являются следствиями всего комплекса культурных отличий и не сводятся лишь к разнице языков. Компенсация подобных особенностей в обучении требует повышения качества и гибкости экспортных образовательных услуг, для чего необходимо постоянно разрабатывать и применять новые педагогические ресурсы, методы и технологии. В результате исследования обоснованы характеристики методики обучения информационным технологиям, разработаны новые методы и приемы, обновлено содержание обучения, что позволяет повысить качество подготовки иностранных студентов к будущей профессиональной деятельности. Результаты исследования внедрены в практику обучения иностранных студентов основам информационных технологий в Белорусском государственном университете культуры и искусств.

ЛИТЕРАТУРА

- Капезина, Т.Т. Проблемы обучения иностранных студентов в российском вузе / Т.Т. Капезина // Наука. Общество. Государство. – 2014. – Вып. № 1: Народное образование. Педагогика. – С. 2.
- Иванова, М.И. Социально-психологическая адаптация иностранных студентов к высшей школе России: дис. ... д-ра психол. наук / М.И. Иванова. – СПб., 2001. – 353 с.
- Суй, Х. Особенности китайского национального характера: в 2 ч. Ч.2 / Х. Суй // Молодой ученый. – 2011. – № 3, т. 2. – С. 190–192.
- Балыхина, Т.М. От методики к этнометодике. Обучение китайцев русскому языку: проблемы и пути их преодоления: монография / Т.М. Балыхина, Чжао Юйцзян. – М.: РУДН, 2010. – 344 с.
- Арефьев, А.Л. Иностранные студенты в российских вузах / А.Л. Арефьев, Ф.Э. Шереги; Мин-во образования и науки Российской Федерации. – М.: Центр социологических исследований, 2014. – 228 с.
- Требования к учебному плану по предмету «Информационные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ictedu.cn/UploadFiles/201253174311426.pdf>. – Дата доступа: 12.05.2018.
- Босова, Л.Л. Школьная информатика в Китае: идеи, которые могут быть нам полезны / Л.Л. Босова // Наука и школа. – 2016. – № 1. – С. 112–120.
- Сурыгин, А.И. Дидактический аспект обучения иностранных учащихся (основы теории обучения на неродном для учащихся языке) / А.И. Сурыгин. – СПб.: Издательство «Нестор», 1999. – 391 с.
- Низкошапкина, О.В. Этнометодическая система обучения чтению китайских студентов с использованием инфокоммуникационных ресурсов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / О.В. Низкошапкина; Рос. ун-т дружбы народов. – М., 2016. – 234 с.
- Краснощечков, В.В. Математические курсы в гибких адаптационных образовательных программах подготовки иностранных студентов / В.В. Краснощечков, А.И. Сурыгин, К.В. Галунова // Актуальные вопросы обучения иностранных студентов / А.М. Алексанков (отв. ред.): сб. науч.-метод. тр. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2014. – 276 с.
- Краснощечков, В.В. Индивидуализация математической подготовки иностранцев, обучающихся на компенсационной основе / А.И. Сурыгин, В.В. Краснощечков // Проблемы совершенствования обучения в вузе при переходе на многоуровневую систему образования: тез. докл. науч.-практ. конф. – Астрахань: АГТУ, 1994. – С. 64–65.
- Сурыгин, А.И. Основы теории обучения на неродном языке / А.И. Сурыгин. – СПб.: Златоуст, 2000. – 235 с.

REFERENCES

- Kapezina T.T. *Nauka. Obshchestvo. Gosudarstvo: Vypusk i Narodnoye obrazovaniye. Pedagogika*. [Science. Society. State: 1 Public Education. Science of Education], 2014, p. 2.
- Ivanova M.I. *Sotsialno-psikhologicheskaya adaptatsiya inostrannykh studentov v vysshei shkole Rossii: Dis. ... d-ra psikhol. nauk* [Social and Psychological Adaptation of Foreign Students to the Higher School in Russia: Dr.Sc. (Psychology) Dissertation], SPb., 2001, 353 p.
- Sui Kh. *Molodoi ucheni* [Young Scholar], 2011, 3(2), pp. 190–192.
- Balykhina T.M., Chzhao Yuitszian. *Ot etnometodike. Obucheniye kitaitsev russkomu yazyku: problemi i puti ikh preodoleniya: monografiya* [From Methods to Ethnic Methods. Teaching Chinese Students Russian: Monograph], M.: RUDN, 2010, 344 p.
- Arefyev A.L., Sheregi F.E. *Inostranniye studenti v Rossiiskikh vuzakh* [Foreign Students in Russian Universities], M.: Tsentr sotsiologicheskikh issledovaniy, 2014, 228 p.
- Trebovaniya k uchebnomu planu po predmetu «Informatsionnye tekhnologii»* [Requirements to the Course of IT Curriculum], Available at: <http://www.ictedu.cn/UploadFiles/201253174311426.pdf> (Accessed: 12.05.2018).
- Bosova L.L. *Nauka i shkola* [Science and School], 2016, 1, pp. 112–120.
- Surygin A.I. *Didakticheskiy aspekt obucheniya inostrannykh uchashchikhsia (osnovi teorii obucheniya na nerodnom dlia uchashchikhsia yazyke)* [Didactic Aspect of Teaching Foreign Students (Basics of Teaching a Foreign Language Theory)], SPb.: Izdatelstvo «Nestor», 1999. – 391 p.
- Nizkoshapkina O.V. *Etnometodicheskaya sistema obucheniya chteniyu kitaiskikh studentov s ispolzovaniem infokommunikatsionnykh resursov: dissertatsiya ... kandidata pedagogicheskikh nauk* Ethnometodological System of Teaching Reading to Chinese Students Using Information Communication Resources: PhD (Education) Dissertation], Moscow, 2016, 234 p.
- Krasnoshchekov V.V., Surygin A.I., Galunova K.V. *Aktualniye voprosi obucheniya inostrannykh studentov. Sbornik nauchno-metodicheskikh trudov* [Current Issues of Teaching Foreign Students. Collection of Scientific Works], SPb.: Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2014, 276 p.
- Krasnoshchekov V.V., Surygin A.I. *Problemi sovershenstvovaniya obucheniya v vuze pri perekhode na mnogourovnevuyu sistemu obrazovaniya. Tezisi dokl. Nauch.-prakt. konf. Astrakhan, AGTU* [Issues of the Improvement of University Teaching during the Transition onto the Multilevel Education System. Proceedings of the Scientific and Practical Conference, Astrakhan, AGTU], 1994, pp. 64–65.
- Surygin A.I. *Osnovi teorii obucheniya na nerodnom yazyke* [Basics of Teaching in a Foreign Language], SPb.: Zlatoust, 2000, 235 p.

Поступила в редакцию 06.09.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: zh.tatiana@gmail.com — Жилинская Т.С.

Статистическая проверка эффективности учебно-методического комплекса по математике как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов технических специальностей

А.П. Мателенок

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

Тенденции инновационного развития высшей школы обуславливают необходимость разработки, проектирования и апробации в современных условиях учебно-методических комплексов нового поколения – УМК (в широком смысле). Для доказательства их эффективности необходимо провести статистическую обработку экспериментальных данных.

Цель исследования – проанализировать уровень сформированности проектируемых компетенций, навыков самостоятельной работы студентов до и после применения УМК (в широком смысле) через диагностику выбранных для статистической обработки показателей.

Материал и методы. *Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения разработанного проекта УМК (в широком смысле) проводились с 2006 по 2013 г., 2016 г. в процессе обучения математике студентов I-II курса специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» и с 2013 по 2015 г. 107 студентов первого курса специальностей 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». В эксперименте приняли участие 352 студента.*

Результаты и их обсуждение. *Экспериментально выявлено увеличение уровня сформированности навыков самостоятельной работы и академических, социально-личностных и профессиональных компетенций студентов технических специальностей Полоцкого государственного университета. Обобщение и систематизация полученных данных помогли доказать эффективность УМК (в широком смысле) как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов. Подводя итог, можно говорить, что после завершения эксперимента доля студентов с прикладным уровнем обучения повысилась на 38,7% в экспериментальных группах, на 14,3% – в контрольных группах. Кроме того, значительно увеличилось (на 15%) количество студентов экспериментальных групп, получивших оценки 9–10, что соответствует творческому уровню обучения. В то же время в контрольной группе эти показатели остались неизменными. Через обобщение и систематизацию полученных данных установлено, что численность студентов в ЭГ, обладающих сильными навыками познавательной самостоятельной деятельности, статистически достоверно выше численности студентов со слабыми навыками самостоятельной познавательной деятельности. В КГ численность студентов, обладающих слабыми навыками познавательной самостоятельной деятельности, и количество студентов с достаточными навыками самостоятельной познавательной деятельности статистически значимо не различаются.*

Заключение. *Анализ опытно-экспериментально-аналитических исследований, проведенных в обозначенном в данной публикации направлении, подтверждает эффективность проекта УМК (в широком смысле). Результаты исследований носят практико-ориентированный характер, могут быть полезны начинающим преподавателям, аспирантам.*

Ключевые слова: *учебно-методический комплекс, систематический педагогический контроль, самостоятельная познавательная деятельность, культура труда.*

Statistic Check of the Efficiency of Mathematics Academic and Methodological Complex as a Means of Optimization of Technical Students' Individual Activities

A.P. Matelenok

Educational Establishment «Polotsk State University»

Tendencies of university innovation development predetermine the necessity in elaborating, designing and testing new generation academic and methodological complexes (AMC) (in the broad sense). To prove their efficiency it is necessary to conduct statistic processing of experimental data.

The purpose of the research is to analyze the level of shaping the designed competencies, individual work skills of students before and after the application of AMC (in the broad sense) by diagnostics of data selected for statistic processing.

Material and methods. The testing and analytical and experimental studies of the results of the developed AMC (in the broad sense) introduction were conducted between 2006 and 2013, in 2016 during teaching Mathematics to 1–2 year students majoring in Heat and Gas Supply, Ventilation and Air Basin Protection; Water Supply, Water Distribution and Water Resources Protection and between 2013 and 2015 107 first year students majoring in Chemical Technology of Natural Power Carriers and Carbon Materials. 352 students participated in the experiment.

Findings and their discussion. The increase in the level of shaping of individual work skills as well as academic, socially personal and professional competencies of Polotsk State University Technical students was experimentally found out. The generalization and systematization of the obtained data made it possible to prove the efficiency of AMC (in the broad sense) as a way of optimization of students' individual activities. In conclusion we can state that after the experiment had finished the share of students with the applied level of training increased by 38,7% in the experimental groups and by 14,3% in the control groups. Apart from this, the number of the experimental group students with the top marks of 9 and 10 increased considerably (15%), which corresponds to the creative academic level. At the same time these parameters stayed unchanged in the control group. The generalization and systematization of the obtained data made it possible to state that the number of the experimental group students, who possess strong skills of cognitive individual activity, is statistically reliably bigger than the number of students with weak skills of cognitive individual activity. The number of the control group students with weak skills of cognitive individual activity and the number of students with the sufficient skills of cognitive individual activity were not statistically significantly different.

Conclusion. The analysis of the experimental analytical studies conducted in the presented direction confirms the efficiency of the AMC (in the broad sense) Project. The research findings are of practically targeted character and can be useful for young teachers and postgraduates.

Key words: academic and methodological complex, systematic pedagogical control, cognitive individual activity, labor culture.

Обозначившиеся в последние годы устойчивые тенденции инновационного развития высшей школы обуславливают необходимость разработки методической системы, адаптированной к условиям конкретного вуза. Она должна включать общий алгоритм действий, выстроенный на теоретико-методологических основаниях современной педагогики, уделяющей внимание не только формальной стороне образовательного процесса, но и методике работы преподавателей при проведении ими аудиторных занятий, развитию навыков самостоятельной познавательной деятельности студентов. В нашем исследовании посредством УМК (в широком смысле) реализовано проектирование такой методической системы. Названный УМК потенциально содержит в себе возможность создания средств и поэтапно (через спроектированное функционально взаимосвязанное педагогическое взаимодействие его компонентов) благоприятных условий для качественной подготовки квалифицированных кадров в соответствии с компетентностной нормативно-методической моделью. Эта подготовка, разумеется, находится в зависимости от целей, подходов и технологий, применяемых на аудиторных занятиях, в процессе организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, и во многом устанавливается уровнем сформированности у студентов умений и навыков познавательной самостоятельности [1].

В нашем исследовании, в контексте определения Б.В. Пальчевского, под УМК (в широком смысле) понимается методическая система целей, содержания, дидактических процессов, средств и организационных форм обучения, ориентированная на повышение качества математической подготовки, на соответствие признакам оптимизации самостоятельной деятельности студентов, а также содержательно-методической, организационно-управленческой, контрольно-корректирующей деятельности педагогов, разработанная на единых научных основаниях, единым авторским коллективом, представленная через неразрывно связанные между собой компоненты, интегрирующая взаимодополняющие дидактические принципы и подходы к обучению математике, возможности информационных технологий. При этом УМК (в узком смысле) выступает в качестве ведущего, инвариантного компонента УМК (в широком смысле), с которым в тесной взаимосвязи и взаимозависимости взаимодействуют и функционируют другие, выделенные и спроектированные нами, инвариантные и вспомогательные его компоненты.

Структура УМК (в широком смысле) может быть представлена в следующем виде:

- теоретическим блоком (спроектированные лекционные занятия);
- практическим блоком (спроектированные практические занятия);
- блоком контроля знаний (систематический педагогический контроль знаний);
- вспомогательным блоком (материалы для творческих занятий; графические схемы; информационные таблицы; алгоритмические предписания, частные алгоритмы решения задач; приложения, разработанные в СА).

При этом УМК (в узком смысле) включает в себя все указанные основные блоки в менее развернутом виде.

Цель исследования – проанализировать уровень сформированности проектируемых компетенций, навыков самостоятельной работы студентов до и после применения УМК (в широком смысле) через диагностику выбранных для статистической обработки показателей.

Материал и методы. Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения разработанного проекта УМК (в широком смысле) проводились с 2006 по 2013 г., в 2016 г. в процессе обучения математике студентов I–II курса специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» и 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов технического факультета» по программам, которые были разработаны доцентом кафедры высшей математики В.С. Вакульчик; и 107 студентов первого курса специальностей 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» с 2013 по 2015 г. по программам, которые были разработаны А.П. Мателенок. Учебно-методические программы основаны на образовательном стандарте, утвержденном и введенном в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь, спроектированы с учетом критериев оптимизации и применения компонентов УМК (в широком смысле), скорректированных под указанные специальности. В эксперименте приняли участие 352 студента первого курса специальностей.

Результаты и их обсуждение. Цель педагогического эксперимента – апробировать УМК (в широком смысле) и доказать его эффективность как средства оптимизации самостоятельной деятельности студентов.

Для реализации обозначенного нами решались следующие задачи:

1. Всестороннее и комплексное изучение состояния проблемы организации в вузах технического профиля аудиторных занятий, аудиторной и внеаудиторной СРС в процессе обучения математике с применением учебно-методических комплексов в условиях существенного сокращения аудиторного времени.

- Изучить УМК, применяемые для аудиторных занятий, аудиторной и внеаудиторной СРС в процессе обучения математике на технических специальностях вузов.
- Получить информацию об исходном уровне математической подготовки у студентов-первокурсников указанных специальностей.
- Выявить исходный уровень их навыков самостоятельной познавательной деятельности, уровень сформированности их познавательной самостоятельности.
- Разработать компоненты УМК (в широком смысле) с учетом критериев оптимизации, учебного времени, отведенного на изучение материала, а также уровня математической подготовки студентов рассматриваемых специальностей.
- Спроектировать УМК (в широком смысле) как педагогическую систему.

2. Спроектировать процесс обучения математике на технических специальностях с использованием разработанных компонентов учебно-методического комплекса (в широком смысле) по математике, обеспечивающий взаимосвязанное формирование у студентов компетенций (академических, социально-личностных, профессиональных) и навыков самостоятельной познавательной деятельности.

- Участие в проектировании и разработке ведущего инвариантного компонента УМК (в широком смысле) – УМК (в узком смысле) по всем модулям, входящим в курс обучения математике на технических специальностях.
- Поиск для изучаемых тем высшей математики оптимальной формы представления их содержания, выбор средств обучения, использующих эту форму с учетом навыков студентов и преемственности в обучении.
- Разработка и конструирование отдельных компонентов УМК (в широком смысле) с целью взаимодействия в процессе обучения когнитивно-визуального подхода.
- Отбор задач практико-ориентированного содержания.
- Экспериментальная апробация с оценкой результатов.

3. Апробация и проверка продуктивности УМК (в широком смысле) и его компонентов для обучения математике студентов технических факультетов как средства оптимизации самостоятельной познавательной деятельности; математическая обработка экспериментальных данных.

- Инструктирование преподавателей, принимавших участие в проведении эксперимента.
- Статистическая обработка первичных данных ЭГ и КГ.
- Фиксирование данных о ходе эксперимента на основе результатов самостоятельных, контрольных работ, сдачи коллоквиумов и экзаменов, анкетирование преподавателей и студентов.
- Проведение сравнительных итоговых контрольных работ на экспериментальных и контрольных потоках.
- Выявление затруднений и возможных недостатков предлагаемой методики в ЭГ, внесение корректив.

Приведем описание педагогического эксперимента, который был проведен в несколько этапов: этап 1 – проверка контрольных и экспериментальных групп (КГ и ЭГ) на однородность (одинаковость) начальной подготовки. В качестве признака (показателя) для сравнения на этом этапе выбрана сумма баллов по математике аттеста-

та и централизованного тестирования. Этапы 2, 3 – сравнение результатов КГ и ЭГ в связи с различными методиками изложения материала (этап 2 – по итогам 1-го семестра, этап 3 – по итогам 2-го и 3-го семестров). Этап 2 – в качестве показателя для сравнения выбрана сумма баллов по контрольным работам 1-го семестра и по экзамену за первый семестр. Этап 3 – та же методика выбора показателя для сравнения за 2-й и 3-й семестры.

С целью выявления исходного уровня математической подготовки студентов-первокурсников мы сравнивали полученные данные для контрольной и экспериментальной групп по трем независимым направлениям: результаты выполнения единой контрольной, результаты централизованного тестирования и итоговые (приведенные в аттестате) оценки успеваемости по математике. Результаты контрольной работы, разработанной в разрезе знаний с традиционным курсом математики, позволили выявить пробелы в знаниях каждого студента, выделить те темы школьного курса математики, на которые следует обратить пристальное внимание при дальнейшей подготовке студентов. Сравнительный анализ полученных при этом результатов показал, что лишь 3,1% студентов обладает глубокими и прочными знаниями по всем разделам учебной программы по математике за курс средней школы (оценки 9–10); 43,6% студентов владеют достаточным количеством знаний, необходимым для дальнейшего обучения (оценки 6–8); 53,3% – обладают элементарными математическими навыками (оценки 3–5). Результаты ЦТ представим в диаграммах.

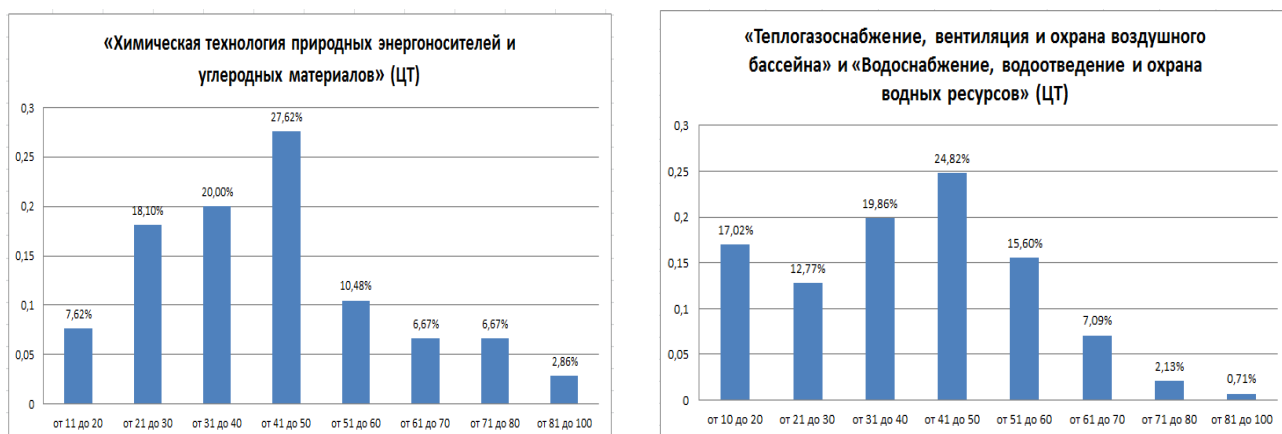


Рис. 1. Результаты ЦТ в ЭГ и КГ

На начальном этапе эксперимента для выявления степени развитости навыков самостоятельной деятельности и соответственно уровня познавательной самостоятельности у студентов нами была создана анкета и произведено анкетирование в экспериментальных группах общей численностью 155 человек и контрольных группах общей численностью 197 человек. В анкете 7 вопросов, каждый из которых содержал ответы, позволяющие охарактеризовать наличие или отсутствие у студентов той или иной черты (того или иного признака) самостоятельной деятельности, т.е. ответы позволили дать положительную или отрицательную оценку на наличие у студента того или иного признака самостоятельной деятельности. В результате анализа анкетных данных нами была получена таблица сопряженности (рис. 2). Используя критерий χ^2 -Пирсона (анализ классификаций для двух градаций), изучили распределение студентов, имеющих и не обладающих достаточными или сильно развитыми навыками самостоятельной познавательной деятельности и соответственно высоким уровнем познавательной самостоятельности, для чего сравнили полученные нами эмпирические данные с теоретическим распределением. Анализ данных выявил: численность студентов, обладающих слабыми навыками познавательной самостоятельной деятельности, статистически достоверно выше количества студентов с достаточными навыками самостоятельной познавательной деятельности.

ЭГ	1	2	3	4	5	6	7	сумма
да	25	9	127	19	144	4	10	338
нет	130	146	28	136	11	151	145	747

КГ	1	2	3	4	5	6	7	сумма
да	27	9	165	48	183	6	11	449
нет	170	188	32	149	14	191	186	930

Рис. 2. «Таблицы сопряженности»

Таким образом, экспериментальные данные, полученные в ходе проведения контрольных работ и анкетирования, позволили выявить общую тенденцию в отношении студентов к курсу математики, состоящую в том, что начальный уровень подготовки первокурсников отвечает преимущественно оценкам 5–7, знания студентов нередко носят формальный характер, а навыки самостоятельной познавательной самостоятельности сформированы недостаточно. Поэтому внедрение аудиторной и внеаудиторной СРС в полномасштабном объеме и с эффективными результатами в первом семестре не представляется возможным. В соответствии с этим объективно допустимо утверждать, что у студентов по указанной причине возникают сложности не только при изучении математики, но и в дальнейшем при прохождении специальных дисциплин.

Отметим, что обработка эмпирических данных исследования (оценок) проводилась двумя методами: параметрическими и непараметрическими. Основу параметрических методов составляет нормальность рассматриваемых выборок. Ключевой метод проверки нормальности – критерий χ^2 -Пирсона, который применяется при больших объемах выборок. При объемах выборок, меньших 20, для проверки нормальности использовались ослабленные критерии, в частности, критерий размаха выборки. Непараметрические методы, в частности метод Вилкоксона или Манна–Уитни, применяются при более общих предположениях.

Все данные заносили в таблицы: объемы сравниваемых выборок, рейтинги признаков, выборочные значения u , $\tilde{u}$ критерия Вилкоксона и соответствующие критические значения этого критерия. По полученным данным легко произвести сравнение КГ и ЭГ. Качественный анализ проведенного педагогического эксперимента позволяет считать, что на всех этапах данные удовлетворяют условию нормальности. Так как $T_{\text{эмпирич}} < t_{\text{табл}}$, то обе группы можно считать однородными, т.е. студенты контрольных и экспериментальных групп имели приблизительно одинаковый общий уровень развития и примерно равную математическую подготовку. Этот факт находит свое подтверждение и при обработке данных с помощью критерия Вилкоксона $\min(u, \tilde{u}) > U_{\text{эмпирич}}$. Обучение на 2 и 3 этапах велось по экспериментальной методике, основные положения которой отражены в исследованиях [1–10]. Дополнительного времени на изучение высшей математики не выделялось, различия касались лишь переструктурирования материала и изменения подходов к его изучению; в экспериментальных группах применялись все компоненты УМК (в широком смысле). Одновременно с этим мы вели поиск оптимальных форм и методов организации учебного процесса, обеспечивающих взаимосвязанное формирование у студентов компетенций (академических, социально-личностных, профессиональных) и навыков самостоятельной познавательной деятельности, а также изучали воздействие предложенного УМК (в широком смысле) на уровень математических знаний, на успешность обучения, на формирование познавательной самостоятельности студентов. На этом этапе (первичной апробации) допускалась корректировка разработанных компонентов в соответствии с критериями оптимизации.

На втором этапе поискового эксперимента проводился анализ эффективности применения УМК (в широком смысле). Согласно его результатам оценки уровней обученности и сформированности познавательной самостоятельности в сравниваемых группах пока не имеют серьезных отличий. Они показывают, что и в контрольных, и в экспериментальных группах значительное количество студентов имеет средний уровень подготовки. По нашему мнению, это объясняется тем фактом, что студенты ЭГ и КГ работали по одним и тем же УМК (в узком смысле) и на общих лекционных занятиях, на которых, в определенной мере, использовались отдельные компоненты УМК (в широком смысле), применяемые в процессе работы в информационном поле каждого из изучаемых на данном этапе модулей. Следует отметить, что контрольных точек в КГ было меньше и масштабного, целенаправленного развития навыков самостоятельной познавательной деятельности не проводилось. Значит, потенциально студенты контрольных групп имели меньшую возможность для формирования и развития как стремления познавать, так и умения познавать математику. С другой стороны, можно утверждать, что за первый семестр в экспериментальных группах познавательная самостоятельность только начала формироваться на более высоком уровне, чем в контрольных. Основанием для этого являлась целенаправленная, научно обоснованная и специальным образом спроектированная с использованием возможностей всего методического арсенала УМК (в широком смысле) содержательно-методическая, организационно-управленческая, контрольно-корректирующая деятельность педагога, направленная на вовлечение студентов в активную, регулярную самостоятельную познавательную деятельность по изучению математического аппарата. В то же время выполнение критериев оптимизации обучения математике достигается в ЭГ

именно преимущественно за счет функционального взаимодействия компонентов УМК (в широком смысле) и методических подходов, специальным образом спроектированных в нем.

Однако уже результаты 3 этапа показали статистически значимые изменения и различия в уровнях обученности и сформированности познавательной самостоятельности в ЭГ и КГ, так как $T_{\text{эмпири}} < t_{\text{табл}}$ и $U_{\text{эмпири}} < U'_{\text{табл}}$. Следовательно, с помощью параметрических и непараметрических методов статистически обосновано, что применение методической системы и технологии обучения математике на технических специальностях, спроектированных в УМК (в широком смысле), апробированных в ходе исследования в экспериментальных группах, позволяет оптимизировать самостоятельную деятельность студентов и совершенствовать разноплановую деятельность педагогов в этом процессе. Данная методика является более эффективной в сравнении с методикой, реализованной в контрольных группах. Пример таблицы для групп 10 ВВ–ТВ представлен на рис. 3.

Группа 10 ВВ (КГ) и группа 10 ТВ (ЭГ).

Таблица А (КГ: $n=41$, $k=6$, $n' = 6,8333$; ЭГ: $n=28$, $k=5$, $n' = 5,6$)

Этап 1				Этап 2				Этап 3			
10 ВВ (КГ)		10 ТВ (ЭГ)		10 ВВ (КГ)		10 ТВ (ЭГ)		10 ВВ (КГ)		10 ТВ (ЭГ)	
n_i	χ^2_i	n_i	χ^2_i	n_i	χ^2_i	n_i	χ^2_i	n_i	χ^2_i	n_i	χ^2_i
13		7	0,35	8		7	0,35	8	0,1992	5	0,0643
2	0,1301	7	0,35	3	0,5203	4	0,4571	9	0,687	7	0,35
5	0,4919	2	2,3143	10	1,4675	4	0,4571	4	1,1748	5	0,0643
4		6	0,0286	7	0,0041	7	0,35	4	1,1748	6	0,0286
11	0,1301	6	0,0286	4		6	0,0286	6	0,1016	5	0,0643
6	0,1016			9	0,0325			10	1,4675		
Σ	0,8537	Σ	3,0714	Σ	2,0244	Σ	1,6429	Σ	4,8049	Σ	0,5714
$\chi^2_{1,095}=3,84$		$\chi^2_{2,095}=5,99$		$\chi^2_{1,095}=3,84$		$\chi^2_{2,095}=5,99$		$\chi^2_{3,095}=7,81$		$\chi^2_{2,095}=5,99$	

Рис. 3. «Статистическая обработка данных»

Таким образом, прослеживается тенденция к существенному увеличению навыков самостоятельной познавательной деятельности и взаимосвязанного формирования у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций при использовании математического аппарата в экспериментальном потоке, по сравнению с контрольным. Выделенный факт обусловлен тем, что на этапе 3 фиксируется увеличение доли студентов со средним и высшим баллами по математике и специальным дисциплинам, формирования навыков самостоятельной познавательной деятельности. Это позволяет сделать вывод об эффективности применения УМК (в широком смысле). Предложенная методика помогает добиваться более высоких результатов в обучении в сравнении с традиционной в условиях существенного сокращения аудиторных часов. Она предоставляет возможность одновременно с изучением математики целенаправленно и специальным образом воспитывать познавательную самостоятельность, формировать культуру мышления и развивать интеллектуальные способности обучающихся на более высоком уровне.

Проведенные исследования на этапе поискового эксперимента и статистический анализ полученных результатов подтвердили преимущества разработанного УМК (в широком смысле) и позволили внести некоторые коррективы в эту методику:

- для сознательного усвоения понятий высшей математики в обучении следует на самом первом этапе использовать многообразные подходы и формы представления содержания;
- среда обучения должна проектироваться по определенным правилам и с применением системы специальным образом разработанных компонентов [3–8]. Они обусловлены совокупностью условий обучения, в которой акцент ставится на формировании не только математических знаний, но и на развитии навыков познавательной самостоятельности. Эти условия предполагают наличие как традиционных методов, так и специальных средств и приемов, позволяющих активизировать самостоятельную работу студентов оптимальным способом;
- информационные технологии, в меру и обоснованно применяемые, облегчают формирование активного восприятия и переработки математической информации;

Исследования проводились с учетом спроектированных нами методических инструментов содержательно-методического и управленческого аспектов контролирующего компонента процесса обучения, а также с целью реализации на основе взаимодействия всех структурных компонентов УМК (в широком смысле) его контрольно-регулирующей, оценочно-результативной, обучающей,

развивающей и воспитательной функций [5]. Проверка качества математической подготовки студентов и развития их навыков самостоятельной познавательной деятельности осуществлялась посредством мониторинга – системы целенаправленной диагностики и контроля с помощью компьютерного тестирования, анкетирования, опросов и контрольных мероприятий, имеющих различные критерии оценки, указанные в компоненте «Систематический педагогический контроль».

Рассмотрим в качестве примера обработку результатов внеаудиторной контрольной работы первого семестра «Дифференциальное исчисление функции одной переменной». Всего в работе 10 заданий. Выделенное контрольное мероприятие включает диагностику математических знаний и умений по их использованию. Она содержит как стандартные или базовые задания по рассматриваемой теме, так и практико-ориентированные задачи. Составлена контрольная работа таким образом, чтобы ее решение позволяло проверить не только качество усвоения учебного материала по математике. Качественный анализ решения в определенной мере должен помочь выявить наличие умений, позволяющих говорить в дальнейшем о сформированности навыков познавательной самостоятельности (умение выделять в задачах известные и недостающие данные, выбирать оптимальные методы решения задач и т.д.). Обработка результатов внеаудиторной работы выполняется следующим образом: каждой задаче присваиваются весовые значения в зависимости от уровня, к которому относится задание, и подсчитывается общее количество баллов, набранных студентом. Исходя из этой информации и составляется оценка. После работа возвращается на полную доработку. Для устранения типичных ошибок, возможных затруднений при выполнении внеаудиторной работы нами использовались классические консультации посредством личного контакта с преподавателем или on-line и off-line консультации Google Classroom. Отметим, что коррекционная работа на начальном этапе позволила сформировать уверенность студентов в своих знаниях, способствуя лучшему усвоению нового материала при дальнейшем обучении. В контрольных группах целенаправленная коррекционная работа во внеаудиторной контрольной работе не проводилась.

Обратим внимание на еще одно важное условие функционирования предложенной нами методики: она разрабатывается в соответствии с критериями об оптимальности расходов времени и усилий преподавателя и студента. Методическим средством проектирования и реализации организационно-планирующего элемента в системе контроля выступает структурно-логическая схема, одним из назначений которой является развитие навыков организации и планирования самостоятельной деятельности студентов, навыков их самоорганизации. Выделенные требования обуславливают методическое проектирование указанной схемы таким образом, чтобы поставленные дидактические цели обучения и контроля достигались без значительного перерасхода учебного времени, отведенного действующей учебной программой. Благодаря оптимизации учебного времени, которая достигается за счет использования компонентов УМК (в широком смысле), нам удается получить дополнительные часы, которые мы применяем для увеличения в первом семестре обучения количества аудиторных контрольных работ.

Отметим, что сравнение уровней подготовки студентов экспериментальных и контрольных групп первого семестра и третьего демонстрирует следующее: после завершения эксперимента доля студентов с «низким» уровнем успеваемости снизилась как в экспериментальных (на 1,29%), так и в контрольных (на 1,51%) группах. Доля студентов, получивших итоговый балл 4–5 (что соответствует базовому уровню (I)), в экспериментальных группах уменьшилась на 7,77%, в контрольных – на 5,43%. Доля студентов с прикладным (II) успеваемости уменьшилась на 6,46% в экспериментальных группах, на 2,08% – в контрольных группах, также подчеркнем значительное увеличение на 15% (52%) количества студентов экспериментальной группы, получивших оценки 9–10, что соответствует творческому (III) уровню, в то время как в контрольной группе этот показатель увеличился на 9,02.

На завершающем этапе эксперимента нами была создана новая анкета и произведено анкетирование в экспериментальных и контрольных группах. Результаты обработки анкетирования показали, что численность студентов в ЭГ, обладающих сильными навыками познавательной самостоятельной деятельности, статистически достоверно выше численности студентов со слабыми навыками самостоятельной познавательной деятельности, а в КГ численность студентов, обладающих слабыми навыками познавательной самостоятельной деятельности, и количество студентов с достаточными навыками самостоятельной познавательной деятельности статистически значимо не различаются.

На третьем этапе сформированность навыков самостоятельной познавательной деятельности проверялась в процессе использования изученного математического аппарата при выполнении студентами практико-ориентированных лабораторных работ по физической химии у студентов специальности 1-48 01 03 и теоретической механики у студентов специальностей 1-70 04 02 и 1-70 04 03, где оценка математической составляющей работы осуществлялась отдельно. Эти предметы мы выбрали из перечня других общепрофессиональных и спе-

циальных дисциплин в связи с тем, что практически все основные математические понятия в них востребованы в большей или меньшей степени. Лабораторные работы по физической химии студенты выполняли во втором семестре, после изучения математики, а по теоретической механике – параллельно с изучением курса «Математика». Были получены положительные отзывы от преподавателей указанных дисциплин, что свидетельствует о том, что студенты экспериментальных групп не только получили формальные математические знания, но и научились применять их на практике, а это говорит о сформированности у них на достаточном уровне навыков познавательной самостоятельности, а также проектируемых в стандарте компетенций.

Заключение. Данные педагогического эксперимента свидетельствуют о том, что в экспериментальных группах по сравнению с контрольными на 7% увеличилась доля студентов с баллом 9–10, а также доля студентов с баллом 6–8 (на 5%). Доля студентов со средним баллом 4–5 понизилась на 2,35%, а доля студентов с низким уровнем знаний стала ниже на 1%. Изучение формирования навыков самостоятельной познавательной деятельности показало, что в экспериментальных группах значительно увеличилось число студентов, способных структурировать сложный абстрактный материал методами и средствами, которыми они овладели в процессе обучения математике с применением спроектированных компонентов УМК (в широком смысле). Применение U-критерия Манна–Уитни позволило выявить статистически значимые различия у студентов экспериментальной и контрольной групп. Таким образом, педагогический эксперимент подтвердил эффективность разработанного УМК (в широком смысле) для математической подготовки студентов технических специальностей как средства оптимизации самостоятельной познавательной деятельности студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакульчик, В.С. УМК как средство формирования познавательной самостоятельности в контексте компетентностной модели подготовки выпускника вуза / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Вестник СПГУТД. – 2018. – № 2. – С. 90–98.
2. Вакульчик, В.С. Учебно-методический комплекс как средство совершенствования организации самостоятельной работы при обучении математике студентов на нематематических специальностях / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок [и др.] // Весн. Магілёўс. дзярж. ун-та імя А.А. Куляшова. Сер. С, Псіхалага-педагагічныя навукі. – 2010. – № 1(35). – С. 70–82.
3. Вакульчик, В.С. Научно-методические основы проектирования лекционных занятий как компонента учебно-методического комплекса (в широком смысле) для процесса обучения математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2017. – № 7. – С. 39–49.
4. Мателенок, А.П. Проектирование практических занятий в процессе обучения математике студентов технических специальностей как компонента учебно-методического комплекса (в широком смысле) / А.П. Мателенок // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Пед. науки. – 2016. – № 7. – С. 32–39.
5. Вакульчик, В.С. Содержательно-методический и оргуправленческий аспекты проектирования и функционирования систематического контроля как важной компоненты УМК в процессе обучения математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2015. – № 2–3(86–87). – С. 108–117.
6. Вакульчик, В.С. Методические средства и приемы реализации когнитивно-визуального подхода при обучении математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Весн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Е, Педагогические науки. – 2013. – № 15. – С. 40–47.
7. Вакульчик, В.С. Метод построения частных алгоритмов как методический прием реализации когнитивно-визуального подхода при обучении математике студентов технических специальностей / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Science and Education a New Dimension. – 2015. – Vol. III(22), iss. 45. – С. 18–23.
8. Мателенок, А.П. Информационные технологии в обучении математике студентов технических специальностей / А.П. Мателенок // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – № 1(73). – С. 116–122.
9. Вакульчик, В.С. Элементы векторной алгебры. Элементы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве: учеб.-метод. комплекс для студентов техн. спец. / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок [и др.]; под общ. ред. В.С. Вакульчик. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – 220 с.
10. Вакульчик, В.С. Методические аспекты проектирования лекционных занятий по математике для студентов технических специальностей вузов в современных условиях с применением учебно-методических комплексов / В.С. Вакульчик, А.П. Мателенок // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования: монография / под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 13–28.

REFERENCES

1. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vestnik SPGUTD* [Journal of SPGUTD], 2018, 2, pp. 90–98.
2. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vesnik Magileuskaga dziazhaunaga universiteta imia A.A. Kulishova. Seriya C, Psikhologa-pedagogichniye navuki* [Journal of Mogilev State A.A. Kuleshov University, Series C, Psychological and Pedagogical Sciences], 2010, 1(35), pp. 70–82.
3. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vesn. Polots. gos. un-ta. Ser. E, Ped. nauki* [Journal of Polotsk State University. Ser. E, Pedagogical Sciences], 2017, 7, pp. 39–49.
4. Matelenok A.P. *Vesn. Polots. gos. un-ta. Ser. E, Ped. nauki* [Journal of Polotsk State University. Ser. E. Pedagogical Sciences], 2016, 7, pp. 32–39.
5. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vestnik VGU im. P.M. Masherova* [Journal of Vitebsk State P.M. Masherov University], 2015, 2–3(86–87), pp. 108–117.
6. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Vesn. Polots. gos. un-ta. Ser. E, Ped. nauki* [Journal of Polotsk State University. Ser. E, Pedagogical Sciences], 2013, 15, pp. 40–47.
7. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, III(22), Editor-in-chief: Dr. Xénia Vámos, Issue: 45, 2015, pp. 18–23.
8. Matelenok A.P. *Vestnik VGU im. P.M. Masherova* [Journal of Vitebsk State P.M. Masherov University], 2013, 1(73), pp. 116–122.
9. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Elementi vektornoj algebri. Elementi analiticheskoi geometrii na ploskosti i v prostranstve: ucheb.-metod. kompleks dlia studentov tekhn. spets.* [Elements of Vector Algebra. Elements of Analytical Geometry on the Surface and in Space: Textbook for Technical Students]. Novopolotsk: PGU, 2009, 220 p.
10. Vakulchik V.S., Matelenok A.P. *Innovatsionnoye razvitiye: potentsial nauki i sovremennogo obrazovaniya: monografiya* [Innovation Development: Potential of Science and Contemporary Education: Monograph], Penza: MTsNS «Nauka i Prosveshcheniye», 2018, pp. 13–28.

Поступила в редакцию 27.09.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: Atess@rambler.ru – Мателенок А.П.

Обучение школьников методам решения тригонометрических уравнений в контексте укрупнения дидактических единиц

В.В. Устименко, О.А. Попп

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

В методике преподавания математики в настоящее время учеными реализуется идея рассмотрения взаимосвязанных уравнений. В связи с этим возникает проблема обучения учащихся методам решения тригонометрических уравнений, которая может быть решена с помощью технологии укрупнения дидактических единиц. За дидактическую единицу, которая будет укрупняться, допустимо взять действие, соответствующее методу решения уравнения.

Цель статьи – выявить методы решения тригонометрических уравнений и способы отбора корней, определить приемы укрупнения тригонометрических уравнений.

Материал и методы. Материалом исследования послужил опыт работы с учащимися на базе ГУО «СШ № 45 г. Витебска», ГУО «Мазоловская средняя школа Витебского района», Аграрного колледжа УО «ВГАВМ». При этом использовались эмпирические и логические методы.

Результаты и их обсуждение. Проанализировав научную литературу, изучив опыт работы учителей математики профильных классов, а также собственный подход, авторы пришли к выводу, что можно выделить следующие этапы изучения тригонометрических уравнений: на первом этапе повторяется тригонометрический материал, изученный ранее; на втором этапе учитель знакомит учеников с методами решений тригонометрических уравнений, на третьем этапе демонстрируются способы отбора корней в тригонометрических уравнениях; на четвертом этапе учащиеся знакомятся с приемами укрупнения тригонометрических уравнений.

Процесс решения любого уравнения не должен заканчиваться только после его выполнения. Необходимо дальше работать с уравнением, образуя на его основе блоки укрупненных тригонометрических уравнений, связанных между собой, что позволяет разнообразить процесс обучения с точки зрения методики преподавания дисциплины.

Применение подобных блоков в учебном процессе параллельно с обучением школьников методам решений помогает учащимся эффективно усваивать и иной материал алгебры.

Заключение. В методике изучения тригонометрических уравнений целесообразно придерживаться определенной последовательности изложения материала: подготовка к изучению тригонометрических уравнений, знакомство с всевозможными методами решения, отбор корней и рассмотрение блоков укрупненных тригонометрических уравнений. Использование подобных блоков предполагает реализацию следующих этапов: работа учащихся с готовыми блоками, составление последних учащимися под руководством учителя и самостоятельно.

Ключевые слова: методика, тригонометрические уравнения, методы решения, блоки взаимосвязанных уравнений, приемы укрупнения уравнений.

Teaching Pupils the Methods of Trigonometry Equation Solving in the Context of Enlarging Didactic Units

V.V. Ustimenko, O.A. Popp

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

In Methods of Teaching Math contemporary scholars are implementing the idea of considering mutually dependent equations. Consequently, the problem of teaching pupils the methods of trigonometry equation solution arises, which can be solved with the help of the technology of enlarging didactic units. The didactic unit, which will be enlarged, can be the operation, which corresponds the method of equation solution.

The purpose of the work is to identify methods of trigonometry equation solution and ways of selection of roots, and to find out ways of trigonometry equation enlargement.

Material and methods. The research is based on the experience of work with Secondary School No45 of the City of Vitebsk, Mazolovo Secondary School of Vitebsk Region, and Agrarian College of Vitebsk State Veterinary Medicine Academy students. Empiric and Logical methods were used.

Findings and their discussion. After analyzing scientific literature, studying the experience of advanced Math teachers as well as the author's own approach we came to the conclusion that the following stages of teaching trigonometry equations can be singled out: at the first stage the trigonometry material studied previously is reviewed; at the second stage the teacher introduces students to the methods of trigonometry equation solution; at the third stage ways of root selection in trigonometry equations is presented; at the fourth stage students are introduced to the ways of trigonometry equation enlargement.

The process of any equation solution should not finish as soon as it is done. It is necessary to work with the equation further, building blocks of enlarged interconnected trigonometry equations on its basis, which makes it possible to diversify the process of teaching from the point of view of Methods of the Course teaching.

The application of such blocks in the academic process alongside with teaching students the solution methods helps them master other Algebra material efficiently.

Conclusion. In methods of studying trigonometry equation solution one should stick to a certain sequence of material presentation: preparation for the study of trigonometry equations, consideration of different solution methods, selection of roots and consideration of blocks of enlarged trigonometry equations. The application of such blocks means the implementation of the following stages: students' work with ready blocks, building of the latter by students guided by the teacher and independently.

Key words: Methods, trigonometry equations, solution methods, block of interconnected equations, ways of equation enlargement.

Одной из важнейших проблем методики преподавания математики в школе является проблема обучения учащихся методам решения уравнений.

В настоящее время существуют различные подходы в обучении учащихся решению тригонометрических уравнений, в зависимости от того, на каком уровне изучается математика. На базовом уровне школьников обучают решению простейших тригонометрических уравнений, а также уравнений, решаемых с помощью нескольких тригонометрических формул и одного-двух методов (метод группировки, метод введения новой переменной). В профильных математических классах учителя знакомят школьников с большим количеством методов решения, не показывая взаимосвязи между различными уравнениями. Однако данную проблему возможно реализовать на основе обращения к технологии укрупнения дидактических единиц путем составления блоков взаимосвязанных уравнений по линии их решений.

По мнению П.М. Эрдниева, укрупненная дидактическая единица – это ячейка процесса обучения, состоящая из логически различных элементов, характеризующихся информационной общностью, и обладающая качествами системности и целостности, устойчивости к сохранению во времени и быстрым проявлением в памяти [1].

Цель исследования – выявить методы решения тригонометрических уравнений и способы отбора корней, определить приемы укрупнения тригонометрических уравнений.

Материал и методы. Теоретической основой исследования является технология укрупнения дидактических единиц, практической – опыт работы со школьниками 10 класса (учитель математики Л.И. Буринская) на базе ГУО «Мазоловская средняя школа Витебского района», с учащимися I курса (преподаватели математики О.А. Попп, И.А. Карелина) Аграрного колледжа УО «ВГАВМ», со школьниками 10 «А» класса (учитель Л.Р. Вольняк) на базе ГУО «СШ № 45 г. Витебска». При этом использованы эмпирические и логические методы.

Результаты исследовательской работы нашли применение на практических занятиях по элементарной математике и практикуму по решению задач (ПРЗ), методике преподавания математики со студентами очной формы обучения факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова (доцент В.В. Устименко).

Результаты и их обсуждение. Проанализировав научную литературу, изучив опыт учителей математики профильных классов, а также собственный подход, мы пришли к выводу, что можно выделить следующие этапы изучения тригонометрических уравнений:

– на первом этапе рассматривается материал, где раскрывается вся теория, предшествующая тригонометрическим уравнениям: определения числовой единичной окружности, радиана, синуса, косинуса, тангенса, котангенса; основные свойства функций $y = \sin x$, $y = \cos x$, $y = \operatorname{tg} x$, $y = \operatorname{ctg} x$; графики этих функций; тригонометрические формулы; а также таблица значений функций при некоторых значениях аргумента;

– на втором этапе учитель с помощью объяснительно-иллюстративного метода (школьной лекции) знакомит учеников с методами решений тригонометрических уравнений: методом введения новой переменной, методом группировки, методом почленного деления для однородных уравнений, методом универ-

сальной тригонометрической подстановки, методом введения вспомогательного аргумента, функциональным (методом оценок левой и правой частей уравнения) [2; 3]. Однако не все методы решения тригонометрических уравнений представлены в учебнике, причем отсутствуют их полный список и описание.

Поэтому рассмотрим подробнее некоторые из них.

Метод введения новой переменной (подстановки). Суть метода заключается в том, что в уравнении находят некоторое повторяющееся выражение, которое обозначают новой неизвестной, упрощая, таким образом, вид уравнения. В отдельных случаях сразу видно, что необходимо обозначить новой переменной. В других случаях подстановка видна только после определенных преобразований выражений, входящих в уравнение. В ряде случаев удобную подстановку желательно знать заранее.

Уравнения вида

$$A \sin^2 x + B \cos^2 x + C \sin x + D = 0, \quad (1)$$

$$A \sin^2 x + B \cos^2 x + C \cos x + D = 0 \quad (2)$$

при помощи тригонометрического тождества $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \equiv 1$ сводятся к следующим видам:

$$A \sin^2 x + B(1 - \sin^2 x) + C \sin x + D = 0, \quad (1_1)$$

$$A(1 - \cos^2 x) + B \cos^2 x + C \cos x + D = 0. \quad (2_1)$$

Заменяя в (1₁) $\sin x = t$, а в (2₁) $\cos x = t$, получим квадратное уравнение относительно t (при $A \neq B$):

$$(A - B)t^2 + Ct + D + B = 0, \quad (1_2)$$

$$(B - A)t^2 + Ct + D + A = 0. \quad (2_2)$$

Уравнения вида

$$A \cos 2x + B \cos x + C = 0, \quad (3)$$

$$A \cos 2x + B \sin x + C = 0 \quad (4)$$

сводятся к квадратному уравнению с использованием формул двойного аргумента $\cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1$, $\cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2 \alpha$ соответственно:

$$A(2\cos^2 x - 1) + B \cos x + C = 0, \quad (3_1)$$

$$A(1 - 2\sin^2 x) + B \sin x + C = 0. \quad (4_1)$$

Заменяя в (3₁) $\cos x = t$, а в (4₁) $\sin x = t$, получим квадратное уравнение относительно t (при $A \neq B$):

$$2At^2 + Bt + C - A = 0, \quad (3_2)$$

$$-2At^2 + Bt + C + A = 0. \quad (4_2)$$

Рассмотрим уравнения, для решения которых удобную подстановку нужно знать заранее.

Пример 1. Найти корни уравнения $5(1 - \sin 2x) - 16(\sin x - \cos x) + 3 = 0$.

Решение. В примере встречаются разность синуса и косинуса и их произведение. Обозначим $\sin x - \cos x = t$. Отсюда следует

$$\sin^2 x - 2\sin x \cos x + \cos^2 x = t^2, \text{ т.е.}$$

$$2\sin x \cos x = \sin 2x = 1 - t^2.$$

Уравнение принимает вид $5(1 - (1 - t^2)) - 16t + 3 = 0$. Решаем его. $5t^2 - 16t + 3 = 0$, $t_1 = 3$, $t_2 = \frac{1}{5}$.

Стало быть,

$$\sin x - \cos x = 3, \quad x \in \emptyset, \text{ т.к. } |\sin x - \cos x| \leq \sqrt{2},$$

$$\text{или } \sin x - \cos x = \frac{1}{5}, \text{ т.е. } \sqrt{2} \sin\left(x - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{5}.$$

$$\text{Отсюда } x - \frac{\pi}{4} = (-1)^n \arcsin \frac{\sqrt{2}}{10} + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

Ответ: $\frac{\pi}{4} + (-1)^n \arcsin \frac{\sqrt{2}}{10} + \pi, n \in \mathbb{Z}$.

Метод группировки. Действия, которые выполняют на основе этого метода, позволяют привести уравнение к такому виду, чтобы его левая часть представляла произведение нескольких множителей, а правая равнялась нулю. Затем приравнивают к нулю каждый из множителей. Уравнение распадается на несколько более простых уравнений. Например: $\sin x - 1 = \sin x \cos x - \cos x$.

Метод почленного деления. Используется для решения однородных уравнений вида

$$a \cos x + b \sin x = 0,$$

$$a \cos^2 x + b \sin x \cos x + c \sin^2 x = 0$$

и т.д. (все члены уравнения имеют одинаковую степень). Путем замены переменной приводятся к рациональным уравнениям 1-й, 2-й и т.д. степени.

Некоторые уравнения можно привести к однородным путем использования формул тригонометрии. Например:

$$a \cos x + b \sin x = c,$$

$$a(\cos^2 \frac{x}{2} - \sin^2 \frac{x}{2}) + 2b \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2} = c(\cos^2 \frac{x}{2} + \sin^2 \frac{x}{2}),$$

$$(a - c) \cos^2 \frac{x}{2} + 2b \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2} - (a + c) \sin^2 \frac{x}{2} = 0,$$

получили однородное уравнение. Например: $2 \sin^2 x - 6 \sin x \cos x + \cos^2 x = 0$.

Метод введения вспомогательного аргумента. Рассмотрим уравнение вида:

$$A \sin f(x) + B \cos f(x) = C. \quad (5)$$

Подчеркнем, что функции синус и косинус в уравнении (5) имеют одинаковый аргумент – функцию $f(x)$. В этом случае можно привести левую часть уравнения (5) к виду, содержащему только косинус или только синус некоторого аргумента. Считая, что $A \neq 0$ и $B \neq 0$ (иначе уравнение (5) является простейшим тригонометрическим уравнением), совершим тождественное преобразование левой части:

$$A \sin f(x) + B \cos f(x) \equiv$$

$$\equiv \sqrt{A^2 + B^2} \cdot \left(\sin f(x) \cdot \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} + \cos f(x) \cdot \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right). \quad (6)$$

Из тождества $\left(\frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right)^2 + \left(\frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right)^2 \equiv 1$ следует, что точки $M_1 \left(\frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right)$ и

$M_2 \left(\frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right)$ расположены на единичной окружности. Тогда их координаты могут

быть записаны в виде $M_1(\cos \alpha, \sin \alpha)$ и $M_2(\cos \beta, \sin \beta)$, где

$$\begin{cases} \cos \alpha = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ \sin \alpha = \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \end{cases}, \quad (7)$$

$$\begin{cases} \cos \beta = \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ \sin \beta = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} \end{cases} \quad (8)$$

После подстановки систем (7) и (8), соответственно, в тождество (6), оно примет вид:

$$\begin{aligned} A \sin f(x) + B \cos f(x) &\equiv \sqrt{A^2 + B^2} \cdot (\sin f(x) \cdot \cos \alpha + \cos f(x) \cdot \sin \alpha) \equiv \\ &\equiv \sqrt{A^2 + B^2} \cdot \sin(f(x) + \alpha) \end{aligned} \quad (9)$$

и

$$\begin{aligned} A \sin f(x) + B \cos f(x) &\equiv \sqrt{A^2 + B^2} \cdot (\sin f(x) \cdot \sin \beta + \cos f(x) \cdot \cos \beta) \equiv \\ &\equiv \sqrt{A^2 + B^2} \cdot \cos(f(x) - \beta) \end{aligned} \quad (10)$$

Теперь уравнение (5) сводится к простейшему уравнению

$$\sin(f(x) + \alpha) = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \quad (11)$$

или

$$\cos(f(x) - \beta) = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \quad (12)$$

соответственно.

Выбор равносильного уравнения (5) уравнения (11) или (12) обычно диктуется особенностями поставленной задачи.

Отметим также, что из тождеств (9) и (10) вытекает, что множеством значений выражения $A \sin x + B \cos x$, $x \in [\alpha, \alpha + 2\pi]$ является отрезок $[-\sqrt{A^2 + B^2}; \sqrt{A^2 + B^2}]$. Например: $\cos 7x - \sqrt{3} \sin 7x = -\sqrt{2}$.

Функциональный метод (метод оценок левой и правой частей уравнения). Если требуется решить уравнение

$$f(x) = \varphi(x) \quad (13)$$

и на общей области определения E функций $f(x)$ и $\varphi(x)$ выполняются неравенства $f(x) \leq A$; $(f(x) \geq A)$ и $\varphi(x) \geq A$; $(\varphi(x) \leq A)$, то уравнение (13) равносильно системе

$$\begin{cases} f(x) = A \\ \varphi(x) = A \end{cases} \quad (14)$$

Рассмотрим пример: $\cos 3x + \cos \frac{5}{2}x = 2$.

Из неравенств $\cos 3x \leq 1$ и $\cos \frac{5}{2}x \leq 1$, которые верны для всех $x \in R$, следует оценка $\cos 3x + \cos \frac{5}{2}x \leq 2$. Итак, в данном случае $A=1$. Тогда данное уравнение равносильно системе

$$\begin{cases} \cos 3x = 1 \\ \cos \frac{5}{2}x = 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3x = 2\pi k \\ \frac{5}{2}x = 2\pi n \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{2\pi k}{3} \\ x = \frac{4\pi n}{5} \end{cases}, k, n \in Z. \quad (15)$$

В результате приходим к следующему:

$$\begin{cases} \frac{2\pi k}{3} = \frac{4\pi n}{5} \\ k, n \in Z \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 5k = 6n \\ k, n \in Z \end{cases}.$$

Отсюда следует, что $n = 5l$, $l \in \mathbb{Z}$ и $x = 4\pi l$.

Ответ: $4\pi l$, $l \in \mathbb{Z}$.

– На третьем этапе учитель показывает отбор корней в тригонометрических уравнениях, который можно осуществить при помощи различных способов.

Если требуется отобрать корни уравнения, принадлежащие некоторому промежутку, то в формулу корней уравнения вместо параметра n последовательно подставляют его целочисленные значения и определяют, принадлежит ли полученное решение данному промежутку или нет.

Пример 2. Найти все корни уравнения $\sin 2x = \cos x$, принадлежащие отрезку $\left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right]$.

Решение. Преобразуем уравнение к виду

$$\cos x(2\sin x - 1) = 0.$$

Следовательно, $\cos x = 0$ или $\sin x = \frac{1}{2}$.

$$1. \quad \cos x = 0, \quad x = \frac{\pi}{2} + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

$$\text{При } n = 0 \quad x = \frac{\pi}{2}, \quad \frac{\pi}{2} \in \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$\text{При } n = 1 \quad x = \frac{3\pi}{2}, \quad \frac{3\pi}{2} \notin \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$\text{При } n = -1 \quad x = -\frac{\pi}{2}, \quad -\frac{\pi}{2} \in \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$\text{При } n = -2 \quad x = -\frac{3\pi}{2}, \quad -\frac{3\pi}{2} \notin \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$2. \quad \sin x = \frac{1}{2}, \quad x = \frac{\pi}{6} + 2\pi n \text{ или } x = \frac{5\pi}{6} + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

$$\text{При } n = 0 \quad x = \frac{\pi}{6}, \quad \frac{\pi}{6} \in \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right] \text{ или } x = \frac{5\pi}{6}, \quad \frac{5\pi}{6} \notin \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$\text{При } n = 1 \text{ для первого множества решений } x = \frac{13\pi}{6}, \quad \frac{13\pi}{6} \notin \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$\text{При } n = -1 \quad x = -\frac{11\pi}{6}, \quad -\frac{11\pi}{6} \notin \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right] \text{ или } x = -\frac{7\pi}{6}, \quad -\frac{7\pi}{6} \notin \left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right].$$

$$\text{Ответ: } \frac{\pi}{2}; -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{6}.$$

Для отбора корней из промежутка, длина которого от 0 до 2π , целесообразно использовать единичную окружность.

Пример 3. Указать число решений уравнения $\operatorname{ctg} 3x \cdot \sin 6x - \cos 6x - \cos 12x = 0$ на промежутке $[0; 2\pi]$.

Решение. Данное уравнение равносильно системе

$$\begin{cases} \cos 12x = 1, \\ \sin 3x \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{\pi n}{6}, \\ x \neq \frac{\pi k}{3}, \end{cases} \quad n, k \in \mathbb{Z}.$$

На единичной окружности (рис.) сначала отметим точками решения уравнения, соответствующие целочисленным значениям n на промежутке от 0 до 2π , а затем отбросим те решения, которые соответствуют условию $x \neq \frac{\pi k}{3}$. В ответ запишем количество оставшихся решений.

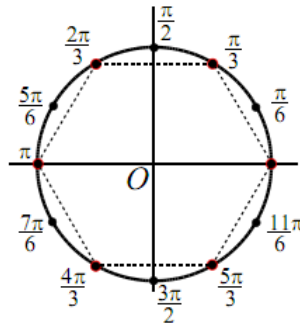


Рис. Отбор корней на тригонометрической окружности

Ответ: 6.

– На четвертом этапе учитель знакомит учащихся с приемами укрупнения тригонометрических уравнений, которые основываются на укрупнении действий, соответствующих методам решения [4].

Большинство уравнений, взятых из разных учебных пособий, в значительной степени дублируют друг друга, отличаясь лишь числовыми значениями, физическим содержанием, обозначениями или другими не очень существенными деталями, тогда как их математическая сущность одна и та же. Поэтому на данном этапе преподаватель показывает укрупнение тригонометрических уравнений с использованием всех приемов укрупнения.

Наиболее распространенным приемом укрупнения тригонометрических уравнений является прием, когда условие остается прежним, а требование изменяется. В качестве примера обратимся к следующему блоку уравнений:

1.1. Найти корни уравнения $\sin 3x + 3\sin 2x = 3\sin x$.

1.2. Найти корни уравнения $\sin 3x + 3\sin 2x = 3\sin x$, принадлежащие промежутку $[-\pi; \pi]$.

1.3. Найти среднее арифметическое корней уравнения $\sin 3x + 3\sin 2x = 3\sin x$, принадлежащее промежутку $[-\pi; \pi]$.

У всех уравнений, составляющих данный блок, одинаковые условия, но различные требования. Проиллюстрируем укрупнения действий, соответствующих решению каждого уравнения в виде табл.

Таблица

Действия, соответствующие решению уравнения			
Уравнения	1.1	1.2	1.3
Действия, соответствующие решению уравнения	1) применение формулы тройного аргумента $\sin 3x = 3\sin x - 4\sin^3 x$;		
	2) применение формулы двойного аргумента $\sin 2x = 2\sin x \cos x$;		
	3) использование метода группировки;		
	4) решение двух уравнений $\sin x = 0$ и $2\cos^2 x + 3\cos x - 2 = 0$;		
		5) отбор корней. Нахождение корней уравнения, принадлежащих промежутку $[-\pi; \pi]$;	
		6) вычисление среднего арифметического найденных корней уравнения.	

Из табл. видно, что изменение требования при решении уравнения способствует его укрупнению путем использования новых действий с сохранением первоначальной последовательности.

Еще одним приемом укрупнения уравнений может быть прием, который основывается на изменении условия уравнения с использованием тригонометрических формул при сохранении требования. Для подтверждения обратимся к примеру:

2.1. Найти корни уравнения $2\sin^2 x - 6\sin x \cos x + \cos^2 x = 0$, принадлежащие промежутку $[-\pi; \pi]$.

2.2. Найти корни уравнения $2\sin^2 x - 3\sin 2x + \cos^2 x = 0$, принадлежащие промежутку $[-\pi; \pi]$.

2.3. Найти корни уравнения $\sin^2 x - 3\sin 2x + 1 = 0$, принадлежащие промежутку $[-\pi; \pi]$.

2.4. Найти корни уравнения $2\sin^2 x - 6\sin 2x + 2 = 0$, принадлежащие промежутку $[-\pi; \pi]$.

2.5. Найти корни уравнения $6\sin 2x + \cos 2x = 3$, принадлежащие промежутку $[-\pi; \pi]$.

Уравнения, составляющие этот блок, имеют одинаковые требования, но разные условия.

Следующим приемом укрупнения уравнений может быть прием решения уравнения разными методами. Так, уравнение $6\sin 2x + \cos 2x = 3$ можно решить методом введения вспомогательного угла, методом универсальной подстановки, методом сведения к однородному уравнению. После решения некоторого количества подобных уравнений можно записать их общий вид ($a\sin x + b\cos x = c$) и решить его вышеперечисленными методами. Это также будет приемом укрупнения уравнений. Однако если начинать с решения уравнения в общем виде, а затем осуществлять его конкретизацию, то это будет новым приемом укрупнения уравнений. Кроме того, отбор корней в тригонометрических уравнениях, рассмотренный ранее, также можно отнести к приемам укрупнения тригонометрических уравнений.

Следовательно, образование блоков тригонометрических уравнений, которые связаны между собой через укрупнение действий, соответствующих различным методам их решений, будет наиболее эффективным, если использовать следующие приемы укрупнения:

- 1) замена требования по решению уравнения каким-либо новым требованием;
- 2) замена условия уравнения каким-либо новым условием;
- 3) решение одного и того же уравнения разными методами;
- 4) обобщение уравнений;
- 5) конкретизация уравнений;
- 6) отбор корней.

Заключение. Таким образом, в методике изучения тригонометрических уравнений целесообразно придерживаться определенной последовательности изложения материала: подготовка к изучению тригонометрических уравнений, знакомство с всевозможными методами решения, отбор корней и рассмотрение блоков укрупненных тригонометрических уравнений. Первые три этапа традиционны, а четвертый этап является новым в методике изучения тригонометрических уравнений. В процессе его реализации необходимо составлять блоки укрупненных тригонометрических уравнений, которые должны быть связаны между собой через укрупнение действий, соответствующих различным методам их решений, которые образуются с использованием набора методических приемов. Применение таких блоков предполагает работу учащихся с готовыми блоками, составление последних учащимися под руководством учителя и самостоятельно. Использование подобных блоков при изучении тригонометрических уравнений подразумевает деятельностный подход в трех значениях, наиболее встречаемых в методике обучения математике: во-первых, происходит выделение действий, соответствующих методам их решений, которые (методы), в свою очередь, определяются содержанием учебной программы по математике, во-вторых, устанавливается последовательность решения тригонометрических уравнений, в-третьих, учащимися осуществляются контроль и самоконтроль за действиями, которые они выполняют при решении уравнений. Поэтому можно утверждать, что разработанная методическая схема изучения тригонометрических уравнений правомерно является тем средством обучения, которое способствует сознательному и прочному усвоению изучаемого материала, умственному развитию школьников, раскрытию их творческих способностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрдниев, П.М. Обучение математике в школе: кн. для учителя / П.М. Эрдниев, Б.П. Эрдниев. – 2-е изд. – М.: «Столетие», 1996. – 320 с.
2. Методы решения задач по алгебре: от простых до сложных / С.В. Кравцев [и др.]; под общ. ред. С.В. Кравцева. – М.: Экзамен, 2001. – 544 с.
3. Письменный, Д.Т. Готовимся к экзамену по математике / Д.Т. Письменный. – 12-е изд., доп. – М.: Айрис-пресс, 2008. – 352 с.
4. Устименко, В.В. Методика работы с логарифмическими уравнениями в контексте укрупнения дидактических единиц / В.В. Устименко, О.А. Попп // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2016. – № 3(92). – С. 88–94.

REFERENCES

1. Erdniyev P.M., Erdniyev B.P. *Obucheniye matematike v shkole: Kn. dlia uchitel'ia* [Teaching Math at School: Teacher's Book], M.: «Stoletiye», 1996, 320 p.
2. Kravtsev S.V. *Metodi resheniya zadach po algebre: ot prostykh to slozhnykh* [Methods of Algebra Problem Solution: from the Simple to the Complicated], M.: Ekzamen, 2001, 544 p.
3. Pismenny D.T. *Gotovimsia k ekzameni po matematike* [Getting Ready for Math Exam], M.: Airis-press, 2008, 352 p.
4. Ustimenko V.V., Popp O.A. *Vesnik Vitsebskaga dzharzhunaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2016, 3(92), pp. 88–94.

Поступила в редакцию 27.06.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: poppolga18@gmail.com – Попп О.А.

УДК 37.046:[378.4:37+377]

Перспективные направления развития непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет»

Н.В. Щепеткова

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

Статья посвящена исследованию актуальной, социально значимой и малоизученной в отечественной педагогической науке проблемы развития непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет».

Цель исследования – определить перспективные направления развития непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет».

Материал и методы. Материалом послужили отечественные и зарубежные правовые акты в области образования, научные публикации, документация ВГУ имени П.М. Машерова. Использованы общенаучные методы теоретического исследования: анализ, синтез, сравнение, обобщение, дедукция, индукция; историко-педагогические методы: изучение и анализ отечественных и зарубежных правовых актов в области образования, научных публикаций, университетской документации, историко-логический метод, прогнозирование, системно-структурный, системно-динамический анализ.

Результаты и их обсуждение. С опорой на результаты научных исследований проблемы обоснована необходимость сохранения отечественной системы непрерывного педагогического образования «колледж–университет». Поиск перспективных направлений дальнейшего развития обозначенного феномена произведен в аспекте рассмотрения возможностей оптимизации уровней и организационной структуры непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет».

Заключение. Проведенное исследование подтвердило целесообразность сохранения и необходимости дальнейшего совершенствования непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет» и позволило выделить следующие перспективные направления его развития: инклюзия уровня среднего специального в уровень высшего образования в качестве начальной ступени; включение педагогических колледжей, сохранивших юридическую самостоятельность, в структуру университетов.

Ключевые слова: непрерывное образование, педагогическое образование, система непрерывного образования, колледж–университет.

Promising Directions of the Development of Continuous Pedagogical Education in the System of «College–University»

N.V. Shchepetkova

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

The article centers round the study of a current, socially significant and insufficiently studied problem in the domestic pedagogical science – development of continuous pedagogical education in the «college–university» system.

The purpose of the research is to identify promising directions for the development of continuous pedagogical education in the «college–university» system.

Material and methods. The research material was domestic and foreign legal acts in the field of education, scientific publications, and documentation of Vitebsk State P.M. Masherov University. The study used general scientific methods of theoretical research: analysis, synthesis, comparison, generalization, deduction, induction; historical and pedagogical methods: the study and analysis of domestic and foreign legal acts in the field of education, scientific publications, university documentation, the historical and logical method, forecasting, system-structural, system-dynamic analysis.

Findings and their discussion. Based on the findings of the research of the problem, the necessity of preserving the domestic system of continuous pedagogical education «college–university» is substantiated. The search for promising directions for the further development of the phenomenon under study was made in the aspect of considering the possibilities of optimizing the level and organizational structure of continuing pedagogical education in the «college–university» system.

Conclusion. The study confirmed the feasibility of preservation and the need of further improvement of continuing pedagogical education in the «college–university» system and also made it possible to highlight the following promising areas for its development: the inclusion of the secondary specialized level into the higher education level as the initial level; the inclusion of pedagogical colleges that have retained legal independence into the structure of universities.

Key words: continuous education, teacher training education, system of continuous education, college–university.

Присоединение Беларуси к Болонской конвенции в 2015 году, явившись своего рода точкой бифуркации развития системы высшего образования республики, сделало эту систему, в некоторой степени, временно не вполне устойчивой относительно флуктуаций. Так, до сих пор окончательно не определены (не представлены широкой общественности) темпы и четкие направления реформирования отечественного высшего образования; в стадии разработки уже в течение длительного времени находится новая редакция основополагающего законодательного акта Республики Беларусь в области образования. В ситуации продолжающейся неопределенности остается неясной и судьба непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет», что существенно затрудняет планирование дальнейшего развития данной системы.

Вместе с тем в исследуемой системе до сих пор существует ряд проблем, а именно: отсутствие гибкого механизма перехода выпускников колледжа на уровень высшего образования; недостаточное соответствие содержания образовательных программ среднего специального и высшего педагогического образования и, как следствие, излишне продолжительные сроки обучения на уровне университета; недостаточность правовой базы реализации интегрированных образовательных программ.

Тема непрерывного образования в интегрированной системе высшего и среднего специального образования представлена в трудах отечественных ученых. Рассмотрению организационно-педагогических, научно-методических оснований деятельности по реализации интегрированных образовательных программ посвящены диссертационные исследования Л.К. Волченковой, А.В. Лукьяновича, методическое пособие М.Е. Кобринского, научные статьи М.А. Баркуна, А.А. Волченкова, Н.В. Вышинского, Л.И. Майсена, Н.А. Цырельчука. Проблема непрерывного педагогического образования в белорусской науке решается преимущественно в контексте дополнительного образования педагогического работника и широко представлена в трудах В.П. Тарантея, отражена в работе С.И. Невдах. Организационно-педагогические основания реализации многоуровневого непрерывного педагогического образования во взаимодействии образовательных учреждений различных типов выявляются в статьях А.М. Радькова, Л.Н. Тихонова. Развитие непрерывного педагогического образования в контексте кластерной модели рассматривается в работах последних лет за авторством А.И. Жука, А.В. Позняк. Проведенный анализ научных трудов отечественных ученых позволяет утверждать, что до настоящего времени в Беларуси не проводилось исследования, посвященного определению перспективных направлений развития системы непрерывного педагогического образования «колледж–университет».

Цель исследования – определить перспективные направления развития непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет».

Материал и методы. Материалом послужили отечественные и зарубежные правовые акты в области образования, научные публикации, документация ВГУ имени П.М. Машерова. Использованы общенаучные методы теоретического исследования: анализ, синтез, сравнение, обобщение, дедукция, индукция; историко-педагогические методы: изучение и анализ отечественных и зарубежных правовых актов в области образования, научных публикаций, университетской документации, историко-логический метод, прогнозирование, системно-структурный, системно-динамический анализ.

Результаты и их обсуждение. Система непрерывного педагогического образования «колледж–университет» является частью того наработанного десятилетиями положительного опыта, необходимость сохранения которого представляется нам безусловной, и такая позиция находит отражение в научных исследованиях данной проблемы. Будучи общим достижением образовательных систем бывших советских республик, непрерывное педагогическое образование в системе «колледж–университет» в работах российских и украинских ученых рассматривается как «гарантия адаптации системы высшего образования к меняющимся социально-экономическим реалиям и потребностям общества» [1; 2]; его дальнейшее развитие называется «наиболее перспективным для модернизации профессионального педагогического образования в контексте мирового образовательного опыта» [3, с. 187], а необходимость сохранения всех существующих уровней профессионального педагогического образования на основе обеспечения их преемственности – «одним из условий эффективной интеграции инновационной составляющей европейского образования в отечественную образовательную практику» [4].

Наряду с этим в последние годы в российской науке иногда встречается и мнение о нецелесообразности подготовки педагогов в системе среднего профессионального педагогического образования. Данная позиция аргументируется тем, что выпускники колледжа из-за существующих требований все равно вынуждены поступать в вуз, в результате подготовка специалиста становится более продолжительной, а следовательно, более затратной [5]. Подобные суждения, озвучиваемые на неформальном уровне, доводилось слышать и в белорусском научно-административном пространстве.

Позволим себе не согласиться с данным мнением. Во-первых, выпускники колледжа, получая высшее образование преимущественно без отрыва от производства, уже в 19–20 лет включаются в профессиональную деятельность. Во-вторых, система «колледж–университет» обеспечивает результативность профессионального отбора за счет осознанности выбора выпускниками колледжа педагогической специальности для получения высшего образования, что гарантирует целевое расходование бюджетных средств на обеспечение национальной системы образования педагогическими кадрами. Обеспечивая практико-ориентированную подготовку в колледже в достаточно сжатые сроки и возможность для выпускника сочетать трудовую деятельность по получаемой специальности с обучением в университете, система «колледж–университет» создает условия для реализации дуального образования, на необходимость развития которого обращалось внимание в письме Министерства образования «О выполнении поручения Правительства» от 23.10.2018 № 03-01-16/9112/дс/.

Немаловажно и то, что выпускники колледжа, обучаясь в университете в сокращенные сроки, демонстрируют более высокие результаты успеваемости в сравнении со студентами, получающими высшее образование по тем же специальностям с полным сроком обучения. Для подтверждения этого мы сравнили результаты успеваемости студентов заочной формы обучения ВГУ имени П.М. Машерова по аналогичным специальностям – с полным и сокращенным сроками получения образования (табл.).

Таблица

**Результаты успеваемости студентов заочной формы получения образования
ВГУ имени П.М. Машерова по итогам 2017/2018 учебного года**

Код, наименование специальности	Срок получения образования	Зимняя сессия		Летняя сессия	
		Получили отметки только «10», «9», «8», «7»	Средний балл	Получили отметки только «10», «9», «8», «7»	Средний балл
1-01 01 01 Дошкольное образование	полный	18,9%	6,9	37,1%	7,7
	сокращенный	27,8%	7,2	39%	7,8
1-01 02 01 Начальное образование	полный	31,7%	7,1	32,7%	7,2
	сокращенный	57,5%	7,7	33,3%	7,4
Итого: результаты успеваемости	полный	17,0%	19,8	35,5%	7,5
	сокращенный	36,0%	21	36,1%	7,6

Вышесказанное позволяет заключить, что система «колледж–университет» является важной частью национальной системы непрерывного педагогического образования. Существующую же проблему достаточно продолжительного срока обучения студентов необходимо решать не за счет отказа от использования проверенного десятилетиями положительного опыта, а посредством поиска путей оптимизации исследуемой системы.

Совершенствование системы непрерывного педагогического образования «колледж–университет», по нашему мнению, заключается в углублении уровневой и структурной интеграции. Таким образом, определение возможных перспективных направлений развития исследуемого феномена произведено нами относительно следующих аспектов:

- уровневая структура непрерывного образования в системе «колледж–университет»;
- организационная структура исследуемого феномена.

Уровневая структура непрерывного образования в системе «колледж–университет» в Беларуси, представленная уровнями среднего специального и высшего образования, фактически остается неизменной на протяжении всего периода существования соответствующего феномена. Вместе с тем считаем, что современный период развития образования вызывает необходимость реформирования исследуемой системы, за время существования которой возникли определенные противоречия.

В частности, существует противоречие между высоким социальным значением среднего специального педагогического образования и его несамодостаточностью. Действительно, как уже было упомянуто ранее, получая квалификацию педагога и возможность трудоустройства по специальности, нынешний

выпускник колледжа нуждается в получении высшего образования как гаранта профессиональной успешности и конкурентоспособности на рынке труда. Таким образом, и среднее специальное педагогическое образование для своего функционирования нуждается в высшем как в необходимом перспективном этапе профессиональной подготовки обучающихся (абитуриентов). Несамодостаточность среднего специального педагогического образования позволяет, на наш взгляд, говорить о целесообразности его дальнейшего развития именно в качестве компонента (составной части) целостной системы непрерывного образования, системообразующая роль в которой принадлежит университету.

Неизбежно следующий из вышесказанного вопрос о перспективах автономности соответствующего образовательного уровня потребовал обращения к международному опыту. Так, в Международной стандартной классификации образования эквивалентом отечественного среднего специального образования является соответствующий пятому уровню МСКО короткий цикл третичного (высшего) образования [6], обеспечивающий получение ассоциированной степени и учет результатов обучения при продолжении образования на уровне бакалавриата.

Следует сказать, что европейские страны уделяют серьезное внимание развитию промежуточных квалификаций, предполагающих признание результатов обучения на уровне первого цикла высшего образования (бакалавриата). Промежуточные квалификации рассматриваются как наиболее оперативная форма подготовки кадров, обеспечивающая гибкие образовательные траектории и расширение возможностей для личности в получении высшего образования. Данная точка зрения на протяжении ряда лет последовательно находит отражение в коммюнике конференций европейских министров образования¹.

Программы короткого цикла высшего образования в настоящее время доступны во многих европейских странах, а в ряде стран (Нидерланды, Венгрия, Испания, Великобритания, Шотландия, Словения, Чехия, Мальта, Кипр, Латвия) на уровне короткого цикла осуществляется обучение работников сферы образования по некоторым направлениям подготовки (например, мастеров производственного обучения) [7, р. 47]. Продолжительность программ чаще всего составляет 2 года, что соответствует трудоемкости в 120 кредитов, которые частично или полностью учитываются на уровне бакалавриата.

Следует заметить, что полный учет предшествующего образования осуществляется именно в единицах трудоемкости (кредитах) в рамках формирования той или иной профессиональной компетентности, что отнюдь не означает полного совпадения учебных планов. Так, например, в Нидерландах только в половине колледжей образовательные программы короткого цикла на первом году обучения совпадают с программами бакалавриата [8, с. 50]. То есть речь идет, скорее, о нормативном признании результатов предшествующего обучения на последующем уровне образования, основу для которого создает рассмотрение программ, соответствующих пятому уровню МСКО-2011, в качестве короткого цикла высшего образования.

Интересно, что представление среднего специального в качестве начального этапа высшего педагогического образования определенным образом прослеживается в Концепции развития педагогического образования на 2015–2020 гг. (утверждена приказом Министерства образования Республики Беларусь № 625 от 30 июля 2015 г.), где сказано, что функционирование колледжей в составе университетов «позволяет рассматривать педагогические колледжи как начальную ступень высшего педагогического образования». Это обстоятельство дает возможность надеяться, что в перспективе такое положение может быть закреплено на нормативном правовом уровне. Действительно, отнесение среднего специального к первой ступени высшего образования способствует не просто существенному упрощению, но фактическому упразднению системы перезачета учебных дисциплин ввиду инклюзии образовательной программы колледжа в образовательную программу высшего образования, что, в свою очередь, помогает значительно *сократить сроки обучения на уровне университета*.

¹ 2003 Berlin Communiqué «Realising the European Higher Education Area»: Ministerial Declaration / Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, 19/09/2003;

2005 Bergen Communiqué «The European Higher Education Area – Achieving the Goals» [Electronic resource]: Ministerial Declaration / Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, 19/05/2005;

2007 London Communiqué «Towards the European Higher Education Area: responding to challenges in a globalised world» [Electronic resource]: Ministerial Declaration / Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, 18/05/2007;

2009 Leuven and Louvain-la-Neuve Communiqué «The Bologna Process 2020 – The European Higher Education Area in the new decade» [Electronic resource]: Ministerial Declaration / Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, 28/04/2009;

2012 Bucharest Communiqué «Making the Most of Our Potential: Consolidating the European Higher Education Area» [Electronic resource]: Ministerial Declaration / Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, 27/04/2012.

Рассмотрение *организационной структуры непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет»* позволяет выделить следующие ее типы:

- сетевой, предполагающий добровольное сотрудничество образовательных учреждений на равноправной основе;
- иерархический (одно или несколько учреждений включаются в состав другого).

Большая часть белорусских колледжей, осуществляющих подготовку педагогов, относится к структурным подразделениям университетов, однако педагогические колледжи Минской и Гомельской областей и г. Минска юридически самостоятельны и взаимодействуют с университетами по сетевому типу.

Выявление направлений оптимизации исследуемого феномена в области организационной структуры потребовало обращения к опыту соседних стран. Так, в Российской Федерации интеграция учреждений среднего специального и высшего педагогического образования реализуется в формах университетского (учебного, учебно-научного, учебно-научно-педагогического, учебно-научно-инновационного) комплекса, университетского округа, ассоциации образовательных учреждений. Многообразие наименований не означает однако принципиальных отличий в организационной структуре: большинство российских колледжей включено в состав университетов.

В украинской образовательной практике базовое учебное заведение III–IV уровней аккредитации может формировать широкую образовательную сеть, в состав которой входят училища, техникумы, колледжи, институты и другие образовательные учреждения [9]. Так, в Южноукраинский учебный комплекс «Педагог», созданный одним из первых в Украине (в 1994 году) на базе Южноукраинского государственного педагогического университета имени К.Д. Ушинского, вошли 20 учебных заведений разного уровня образования [2]. Как справедливо отмечают украинские ученые, чем более разветвленную образовательную сеть имеет образовательный комплекс, тем полнее в нем реализуется практическая подготовка специалистов [9]. Действительно, участие в региональном образовательном комплексе учреждений разного уровня образования существенно упрощает организацию педагогической практики обучающихся, а также создает комфортные условия для проведения практических занятий и научно-исследовательской работы студентов непосредственно на базе образовательных учреждений. Кроме того, включение в сотрудничество учреждений общего среднего образования позволяет осуществлять эффективную профориентацию и профотбор абитуриентов на педагогические специальности.

Независимо от форм организационного и структурного устройства системы непрерывного педагогического образования «колледж–университет» наиболее важным, необходимым условием ее развития является, на наш взгляд, углубление взаимосвязей и расширение взаимодействия непосредственно между основными субъектами системы: университетом и колледжем. Наша позиция в этом вопросе совпадает с мнением российских и украинских ученых, утверждающих, что целостная система непрерывного педагогического образования «колледж–университет» подразумевает интеграцию образовательной среды колледжа и университета [3, с. 192; 10].

С целью выявления возможных направлений дальнейшего развития интеграции в системе непрерывного педагогического образования нами был изучен прогрессивный опыт ряда российских и украинских региональных университетских комплексов (Ярославской ассоциации образовательных учреждений, Запорожского учебно-научного комплекса, научно-производственного образовательного комплекса Киевского университета имени Б. Гринченко, Тульского университетского комплекса, Кабардино-Балкарского университетского комплекса, Тамбовского университетского комплекса непрерывного педагогического образования, Алтайского университетского школьно-педагогического округа, учебно-научного педагогического комплекса Амурской области) [3, с. 187–194; 10; 11; 12 и др.²]). Обобщение опыта их деятельности позволило выделить следующие основные направления взаимодействия между субъектами региональной системы непрерывного образования,

² Дьячкова, В.В. Региональный университетский педагогический комплекс как организационная форма эффективной подготовки учительских кадров: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / В.В. Дьячкова; Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н. Толстого. – Тула, 2005. – 24 с.

Карамурзов, Б.С. Непрерывное профессиональное образование в университетском комплексе / Б.С. Карамурзов // Высшее образование в России. – 2009. – № 5. – С. 27–41.

Кузьменко, Л.В. Проектирование региональной системы непрерывного педагогического образования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Л.В. Кузьменко. – Тамбов, 2006. – 256 л.

Свиридов, А. Преемственность педагогического образования в регионе / А. Свиридов, В. Лопаткин // Высшее образование в России. – 2006. – № 3. – С. 6–9.

Сергиенко, Ю.П. Из опыта создания региональной системы непрерывного педагогического образования в Амурской области / Ю.П. Сергиенко // Акмеология. – 2003. – № 1(5). – С. 43–47.

реализуемые независимо от иерархии внутри системы и ее организационного строя: 1) привлечение педагогических и руководящих работников колледжей к научно-исследовательской работе, поступлению в аспирантуру университета; 2) организованная работа университета по повышению уровня профессиональной компетентности преподавателей колледжа; 3) участие университета в образовательном процессе колледжа; 4) проведение совместных научно-практических мероприятий; 5) организация совместных студенческих учебно-научных, культурно-досуговых и спортивных мероприятий; 6) совместная издательская деятельность.

Таким образом, направления развития интеграции университета и колледжа лежат не только в образовательном, но и в научном, социально-культурном пространствах. При этом необходимым условием наиболее полной реализации указанных направлений нам представляется объединение университета и колледжа в единую структуру, где доминирующая роль, разумеется, принадлежит университету.

Заключение. Проведенное исследование подтвердило целесообразность сохранения и важность дальнейшего совершенствования непрерывного педагогического образования в системе «колледж–университет» и позволило выделить следующие, связанные с оптимизацией уровневой и организационной структуры, *перспективные направления его развития:*

– *инклюзия уровня среднего специального в уровень высшего образования в качестве начальной ступени (короткого цикла высшего образования), способствующая приведению содержания образовательных программ среднего специального и высшего педагогического образования к конгруэнтности, создающей основы для максимального учета результатов предшествующего обучения на уровне высшего образования и, соответственно, сокращения сроков обучения;*

– *включение педагогических колледжей, сохранивших юридическую самостоятельность, в структуру университетов, создающее необходимые условия для интеграции научной, образовательной, социально-культурной среды колледжа и университета в системе непрерывного педагогического образования за счет активного участия последнего в научной, учебной, воспитательной работе колледжа.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Вища освіта в Україні: навч. посіб. / В.Г. Кремень [та ін.]; за ред. В.Г. Кременя [та ін.]. – Київ: Знання, 2005. – 327 с.
2. Шквир, О.Л. Досвід ступеневої підготовки майбутніх учителів початкових класів [Електронний ресурс] / О.Л. Шквир // Педагогічний дискурс: зб. наук. пр. / Ін-т педагогіки Нац. акад. пед. наук України, Хмельниц. гуманіт.-пед. акад. – Хмельницький, 2011. – Вип. 9. – С. 367–371. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2011_9_86. – Дата доступу: 05.12.2015.
3. Модернизация российского педагогического образования: глобальный и национальный контексты: монография / Н.А. Шайденко [и др.]. – Тула: Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н. Толстого, 2013. – 243 с.
4. Борисова, Н.Ю. Особенности системной интеграции и организация многоуровневого педагогического образования в рамках Болонского процесса / Н.Ю. Борисова // Педагогическое образование и наука. – 2011. – № 8. – С. 27–32.
5. Преснова, О.В. Проблемы и перспективы развития среднего профессионального педагогического образования / О.В. Преснова // Вестн. Моск. гор. пед. ун-та. Сер., Педагогика и психология. – 2008. – № 3. – С. 5–9.
6. Международная стандартная классификация образования МСКО 2011 [Электронный ресурс] // Институт статистики ЮНЕСКО. – Montreal: Succursale Centre-Ville Montreal, 2013. – 89 с. – Режим доступа: <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/iscde-2011-ru.pdf>. – Дата доступа: 11.12.2015.
7. Krisch, M. Short Cycle Higher Education in Europe. Level 5: The missing link / M. Krisch, Y. Beernaert. – Brussels: EURASHE, 2011. – 258 p.
8. Интегрированные образовательные программы высшего образования: национальный и международный опыт: учеб.-метод. пособие / С.М. Артемьева [и др.]. – Минск: РИВШ, 2016. – 104 с.
9. Дудка, Т. Ступенева підготовка фахівців у розрізі вітчизняного та зарубіжного освітнього досвіду ХХ – початку ХХІ століть [Електронний ресурс] / Т. Дудка, Л. Бондарина // Обрії. – 2014. – № 2. – С. 8–11. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/obrii_2014_2_5. – Дата доступу: 05.12.2015.
10. Братко (Сорока), М.В. Університетський коледж: пошук ідентичності [Електронний ресурс] / М.В. Братко (Сорока) // Педагогічний альманах: зб. наук. пр. / Херсон. акад. неперервної освіти. – Херсон, 2012. – Вип. 16. – С. 189–197. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pedalm_2012_16_34. – Дата доступу: 05.12.2015.
11. Афанасьев, В.В. Действующая модель непрерывного педагогического образования / В.В. Афанасьев, М.В. Новиков // Инновации в образовании. – 2010. – № 1. – С. 13–19.
12. Горбань, О.М. Управління взаємодією навчальних закладів різного рівня у навчально-науковому комплексі [Електронний ресурс] / О.М. Горбань, В.М. Огаренко, О.Г. Тягушева // Наукові записки АНВШУ. – 2008. – Т. III. – С. 64–69. – Режим доступу: <http://anvsu.org.ua/index.files/Articles/Gorban01.htm>. – Дата доступу: 05.12.2015.

REFERENCES

1. Kremen V.G. *Visha osvita v Ukraini: navch. posib.* [Higher Education in Ukraine: Textbook], Kyiv: Znannia, 2005, 327 p.
2. Shkvir O.L. *Pedagogichni diskurs: Sb. nauk. prats, Institut pedagogiki nats. akademii. ped. nauk Ukraini, Khmelnytskyi humanit. ped. akad.* [Pedagogical Discourse: Proceedings of Institute of Education of the National Academy of Sciences of Ukraine, Khmelnytskyi Humanitarian Pedagogical Academy], Khmelnytskyi, 2011, 9, pp. 367–371. – Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2011_9_86. – Accessed: 05/12/2015.
3. Shaydenko N.A. *Modernizatsia Rossiyskogo pedagogicheskogo obrazovaniya: globalniy i natsionalniy konteksti: monografiya* [Modernization of Russian Pedagogical Education: Global and National Contexts: Monograph], Tula: Tul. gos. ped. un-t imen. L.N. Tolstogo, 2013, 243 p.
4. Borisova N.Yu. *Pedagogicheskoye obrazovanie i nauka* [Pedagogical Education and Science], 2011, 8, p. 27–32.
5. Presnova O.V. *Vestn. Mosk. gor. ped. un-ta. Ser., Pedagogika i psikhologiya* [Journal of Moscow City Pedagogical University Ser., Education and Psychology], 2008, 3, p. 5–9.
6. *Mezhdunarodnaya standartnaya klassifikatsiya obrazovaniya MSKO 2011* [International Standard Classification of Education ISCED 2011], UNESCO Institute for Statistics. – Montreal: Succursale Center-Ville Montreal, 2013, 89 p. UNESCO. Available at: <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/iscd-2011-ru.pdf>. – Accessed: 11/12/2015.
7. Krisch M. Short Cycle Higher Education in Europe. Level 5: The missing link / M. Krisch, Y. Beernaert. – Brussels: EURASHE, 2011. – 258 p.
8. Artemyeva S.M. *Integrirovanniye obrazovatelniye programmi visshogo obrazovaniya: natsionalniy i mezhdunarodniy opyt: ucheb.-metod. posobie* [Integrated Academic Curricula of Higher Education: National and International Experience: Textbook], Minsk: RIVSh, 2016, 104 p.
9. Dudka T., Bondarina L. *Stupeneva pidgotovka fahivciv u razrizi otchiznogo ta zarubizhnogo osvitynogo dosvidu XX – pochatku XXI stolit* [Step-by-step Training of Specialists in the Context of National and Foreign Educational Experience of the XX – the Early XXI centuries], Obrii, 2014, 2, pp. 8–11. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/obrii_2014_2_5. Accessed: 05/12/2015.
10. Bratko (Soroka) M.V. *Pedagogichni Almanakh: Sb. nauk. prats* [Pedagogical Almanac: Proceedings], Kherson. akad. nepererivnoy osviti, Kherson, 2012, 16, pp. 189–197, Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pedalm_2012_16_34. Accessed: 05/12/2015.
11. Afanasyev V.V., Novikov M.V. *Deistvuyushchaya model neperivnogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [The Current Model of Continuous Pedagogical Education], Innovatsii v obrazovanii, 2010, 1, p. 13–19.
12. Gorban O.M., Ogarenko V.M., Tyagusheva O.G. *Naukovi zapiski ANVShU* [Proceedings of ANVShU], 2008, 3, pp. 64–69, Available at: <http://anvsu.org.ua/index.files/Articles/Gorban01.htm>. Accessed: 05/12/2015.

Поступила в редакцию 21.11.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: shchepetkova.n@gmail.com – Щепеткова Н.В.

Этноценностные ориентации будущих специалистов социальной сферы (по результатам изучения курса «Этнопедагогика»)

А.П. Орлова, С.Г. Туболец

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

В современном мировом пространстве активно протекают противоречивые глобализационные процессы. Они оказывают значительное влияние на духовно-нравственные ценности человечества в целом и нашей страны в частности. В связи с этим научный мир и общественность указывают на важность этнопедагогизации образования, значимость этнопедагогической подготовки молодежи, нацеленной на формирование этноценностных ориентаций.

Цель статьи – показать сформированность этноценностных ориентаций педагогов социальных и специалистов по социальной работе в процессе этнопедагогической подготовки.

Материал и методы. Исследование было организовано в два этапа в ВГУ имени П.М. Машерова, на базе факультета педагогики и психологии со студентами специальностей «Социальная педагогика», «Социальная работа». Для выявления их этноценностных ориентаций использовались методы: свободных ассоциаций, контент-анализ, математическая обработка данных. Первый опрос был проведен с 51 студентом (сентябрь) до изучения курса «Этнопедагогика». Во втором приняло участие 47 человек (январь) – после изучения данного курса.

Результаты и их обсуждение. Статья раскрывает влияние этнопедагогической подготовки на сформированность этноценностных ориентаций будущих педагогов социальных и специалистов по социальной работе. Проанализированы ассоциации, полученные на слова-стимулы, являющиеся ценностями с точки зрения белорусской народной педагогики. Проведен сравнительный анализ количества ассоциаций, положительно, нейтрально или отрицательно окрашенных, которые респонденты обозначили до и после прохождения курса «Этнопедагогика».

Заключение. Для будущих специалистов социальной сферы характерны определенные этноценностные ориентации (отчий дом, Родина, труд, родной язык), связанные с ценностями белорусской народной педагогики. Изучение курса «Этнопедагогика» оказало положительное влияние на ценностные ориентации студентов.

Результаты исследования доказывают необходимость углубления и расширения этнопедагогической подготовки будущих специалистов не только в курсе «Этнопедагогика», но и при изучении других учебных дисциплин; подтверждают целесообразность разработки специальных заданий, реализации кейс-технологий, проектной деятельности, направленных на формирование этнических ценностей.

Ключевые слова: этноценностные ориентации, этнопедагогическая подготовка, ценность.

Ethnic and Value Orientations of Would-be Social Sphere Specialists (According to the Results of Studying the Course of Ethnic Education)

A.P. Orlova, S.G. Tubolets

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

In the contemporary global space active and contradictory globalization processes take place. They affect considerably moral values of the mankind in general and of our country in particular. In this connection, the scholars and the public point out the significance of ethnic character of education, of ethnic training of youth.

Ethnic training is aimed at shaping ethnic and value orientations. The purpose of the article is to present the shaping of the ethnic and value orientations of social teachers and social sphere workers in the process of ethnic training.

Material and methods. The research was conducted in two stages at Vitebsk State P.M. Masherov University on the base of the Faculty of Education and Psychology with Social Education and Social Work students. To find out their ethnic and value orientations the following methods were used: of free associations, content analysis, mathematical data processing. The first questionnaire was conducted with 51 students (September) before doing the course of Ethnic Education. 47 students (January) took part in the second questionnaire, after doing the course.

Findings and their discussion. The article reveals the influence of Ethnic training on shaping the ethnic and value orientations of would-be social teachers and social sphere workers. Associations are analyzed which were obtained to the stimulus words that are values

from the point of view of Belarusian folk education. A comparative analysis of the number of associations is conducted which are positively, neutrally or negatively shaded and which the respondents indicated before and after doing the course of Ethnic Education.

Conclusion. Would-be social sphere specialists are characterized by certain ethnic and value orientations (home, Motherland, labor, mother tongue), which are connected with the values of Belarusian folk education. Studying the course of Ethnic Education benefited students' value orientations.

The research findings prove the necessity of the improvement of ethnic training of would-be specialists not only in the course of Ethnic Education but also while studying other academic disciplines; they confirm the feasibility of creating special tasks, implementation of case technologies, project activities, which are aimed at shaping ethnic values.

Key words: ethnic and value orientations, ethnic training, value.

Этнопедагогический компонент в структуре подготовки современного специалиста, работающего с людьми, исключительно важен и актуален. Это связано с реалиями современного исторического процесса. Следует обратить внимание на существующие противоречия между новыми технологическими решениями и порождаемыми ими экологическими проблемами; культурными достижениями и распространением массовой культуры, свободой, интенсивностью передвижения и миграционными процессами, ведущими к правовым конфликтам и этническим противостояниям; актуализацией формирования национального самосознания и несформированностью этнической идентичности части населения в поликультурном социуме.

В рамках ряда университетов страны, готовящих специалистов по социальной работе и педагогов социальных, внедрен курс «Этнопедагогика». Целью данного курса является формирование у студентов профессиональной культуры осуществления преемственности народной и научной педагогики с опорой на поликультурные основы этнопедагогики. Соответственно цели сформулированы и задачи изучения дисциплины. В данной статье нас интересует вопрос качества преподаваемой дисциплины с точки зрения формирования этноценностных ориентаций будущих специалистов. Иными словами, насколько преподаваемый материал становится «руководством к действию», входит в ценностное поле обучающихся. Фактически мы говорим о рефлексии накопленных знаний (в определенной мере опыта) студентами. Считаем необходимым в связи с этим обратить внимание на утверждение М.Х. Мальсаговой (2014), посвятившей диссертационную работу методологии этнопедагогического исследования. Ученый утверждает, что смысл явлений фиксируется в действиях, по отношению к которым слова – только часть практики [1]. Ориентируясь на методологию этнопедагогического исследования, мы можем говорить о целесообразности использования метода свободных ассоциаций в выявлении сформированности ценностных ориентаций студентов вуза, которые должны опосредовать построение их реальной профессиональной деятельности как специалистов социальной сферы в условиях современного поликультурного социума.

В процессе коммуникации происходит взаимная трансляция собственных ценностей, что вызывало и вызывает научный интерес к особенностям их презентации у философов, социологов, психологов, педагогов (Б.Г. Ананьев, Б.С. Братусь, В.И. Добренков, С.О. Елишев, М.С. Каган, И.С. Кон, А.И. Кравченко, В.А. Сластенин, С.С. Цороев, В.А. Ядов). Рассмотрим понятие «ценность» с позиций различных наук. Философы, с одной стороны, под ценностью понимают отношение «между представлением субъекта о том, каким должен быть оцениваемый объект, и самим объектом. Если объект соответствует предъявляемым к нему требованиям (является таким, каким он должен быть), он считается хорошим или позитивно ценным; объект, не удовлетворяющий требованиям, относится к плохим или негативно ценным; объект, не представляющий ни хорошим, ни плохим, считается безразличным или ценностно нейтральным» [2]; с другой стороны, считают, что ценность – это то, что чувства людей диктуют признать стоящим над всем и к чему можно стремиться, созерцать, относиться с уважением, признанием, почтением [3]. Социологический подход позволяет рассматривать ценность в качестве особого общественного отношения, «благодаря которому потребности и интересы индивида или социальной группы переносятся на мир вещей, предметов, духовных явлений, придавая им определенные социальные свойства, не связанные прямо с утилитарным назначением этих вещей, предметов, духовных явлений» [4]. С точки зрения психологии, ценности – это то, что важно для личности в определенном контексте, что мотивирует к жизни.

Анализируя разные трактовки понятия «ценность», мы пришли к выводу, что представители вышеобозначенных наук сходятся в одном: ценность рассматривается как важность, значимость, польза, полезность чего-либо. В контексте нашего исследования мы обращаем внимание на национальные ценности белорусского народа. Этнопедагоги прошлого и современности отмечают, что народная культура в целом (фольклор в частности) хранит в себе непреходящие ценности поколений. Естественно, что ряд структурных компонентов будет совпадать с общечеловеческими ценностями, однако мы остановимся на тех, которые за-

тронуты в научных работах таких авторов, как В.С. Болбас, И.И. Калачева, Т.И. Кухаренок, Е.Л. Михайлова, А.П. Орлова, Л.В. Ракова, С.Г. Туболец. Труды вышеназванных исследователей, а также анализ пословиц, поговорок, сказок, загадок, песен, традиций и обрядов белорусов позволяют утверждать, что основными ценностями белорусского народа исторически являются дети, народ, отчий дом, культ предков, Родина, семья, труд, родной язык, здоровье и др. Исключительно большое внимание к данным явлениям, позитивная коннотация их в произведениях фольклора дали возможность высказать предположение, что современные молодые люди также должны высказывать подобную позицию. В частности, В.С. Болбас пишет, что «в иерархии ценностей этнической педагогики белорусов приоритетное место занимают культ семьи, любовь к родному краю, справедливость, общинность, коллективизм, стремление к общему благу» [5].

Цель статьи – показать сформированность этноценностных ориентаций будущих педагогов социальных и специалистов по социальной работе в процессе этнопедагогической подготовки.

Материал и методы. Исследование было организовано в два этапа в ВГУ имени П.М. Машерова, на базе факультета педагогики и психологии со студентами специальности «Социальная педагогика», «Социальная работа». Для выявления этноценностных ориентаций будущих специалистов социальной сферы использовались методы: свободных ассоциаций с применением слов-стимулов, отражающих основные понятия, которые возможно рассматривать в качестве основополагающих ценностей белорусов (*народ, отчий дом, культ предков, Родина, труд, родной язык*), контент-анализ; математической обработки данных. Первый опрос был проведен с 51 человеком (сентябрь) до изучения курса «Этнопедагогика». Во втором приняло участие 47 человек (январь) – после изучения данного курса.

Результаты и их обсуждение. Как мы отметили выше, в качестве одного из основных методов для исследовательской работы мы избрали метод свободных ассоциаций, хорошо известный в психологических, социологических, маркетинговых исследованиях. Ассоциация трактуется в научной литературе по-разному, поскольку это многозначный термин. Он используется в психологии (понимается, с одной стороны, как связь между психическими явлениями, с другой – как связь между отдельными представлениями в сознании человека); социологии (как группа), естественно-научных дисциплинах (трактуется в качестве связи, существующей между атомами, молекулами). В нашем исследовании нам ближе подход, зафиксированный в «Философском энциклопедическом словаре» (2010) [3]. Ассоциация рассматривается как «связь двух представлений, когда одно, появившись, вызывает в сознании другое» («ассоциация идей»).

У представителей молодого поколения существует собственная интерпретация ряда понятий, на которых базируется народная педагогика. Ассоциации, данные студентами, возможно интерпретировать как «позитивно», «нейтрально» или «негативно окрашенные». Упомянув этот метод, необходимо сделать следующую оговорку: в педагогических и собственно этнопедагогических исследованиях до настоящего времени он не пользуется большой популярностью, а в основном находит свое применение в исследованиях по психологии, социологии, маркетингу. После полученные данные анализируются при помощи контент-анализа, переходя от многообразия текстовых определений к модели содержания смыслов.

На понятие-стимул «народ» всего было дано 78 ответов в первом опросе и 72 во втором. Положительное отношение – из результатов анализа ассоциаций – высказали в первом опросе 35,9% (28), нейтральное – 51,2% (40), отрицательное – 12,8% (10). При проведении повторного опроса результаты изменились. Количество положительно окрашенных ассоциаций уменьшилось на 9,5% и составило 24,6% (19), нейтрально окрашенных увеличилось на 19,6%, что соответствует 70,8% (51) наименований. Отрицательно окрашенные ассоциации составили 2,8% (2 единицы) выборки, т.е. уменьшение данной подкатегории составило 10% (рис. 1).

Полученные результаты мы объясняем следующим образом. Первоначальный высокий результат эмоционально положительных образов к слову «народ» закреплён традиционным пониманием термина. Студенты приводили трактовки, в большей или меньшей степени связанные с официальным пониманием термина. Например: «группа людей, ищущих решение общих проблем»; «объединение общих сил и умений»; «целостность»; «целый», «единый»; «одно целое» и др. Настораживающим стал факт относительно большого количества явно негативно окрашенных высказываний, в частности, «агрессия», «толпа», «стадо», «злость» и др. При проведении повторного опроса мы зафиксировали не только значимое уменьшение количества положительно окрашенных ассоциаций – 9,5%, но, что, на наш взгляд, более важно, – уменьшение отрицательных – на 10% (с 12,8% (10 ассоциаций) до 2,8% (2 слов – «суета», «бедный», т.е. ушли наиболее отрицательно окрашенные слова). Все это привело к увеличению нейтрально окрашенных ассоциаций – 19,6% (51 образ).

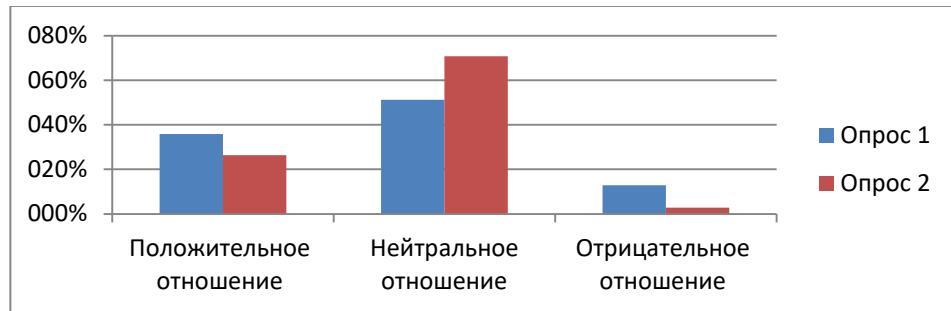


Рис. 1. Ответы респондентов на понятие-стимул «народ»

На понятие-стимул «отчий дом» всего было дано 79 ответов в первом опросе и 65 во втором. Положительное отношение – из результатов анализа ассоциаций – высказали в первом опросе 65,8% (52 ассоциации), нейтральное – 34,2% (27), отрицательное – 0% (0 образов). При проведении повторного опроса количество положительно окрашенных ассоциаций возросло на 3,4% и составило 69,2% (45), нейтрально окрашенных соответственно уменьшилось на 3,4%, что соответствует 30,7% (20 наименований). Отрицательно окрашенных ассоциаций зафиксировано не было.

Подобное распределение ответов мы считаем результатом семантически положительной закрепленности за понятием положительных характеристик (это подтверждают и ответы, в которых наиболее часто встречаются следующие определения: «место, где всегда ждут»; «место, где тепло и уют»; «родное место»; «родной дом»; «родной» и др.).

Понятие-стимул «культ предков» инициировало получение 74 ответов в первом опросе и 66 во втором. Проанализируем данные по подкатегории «положительное отношение». При проведении первого опроса в эту категорию мы отнесли 28,3% (21) ответов, при втором – 34,8% (23) ответов. Изменение составило в сторону увеличения 6,5%. Ответы в подкатегории «нейтральное отношение» получены такие: в первом случае 62,1% (46), во втором – 62,1% (41). В этой подкатегории никаких изменений не произошло. Анализ результатов подкатегории «отрицательное отношение» показал уменьшение количества ассоциаций с 6,7% (5) до 3,1% (2). Отметим, что если в первом случае назывались такие слова, как «эйджизм», «грубость», «формальный характер»; «Сталин», то после прохождения курса вместо них названы «старые» и «ошибки». Можем констатировать, что степень эмоционально отрицательной составляющей данных слов несколько ниже. Кроме того, как благоприятный рассматриваем факт увеличения положительных ассоциаций на 6,5% (рис. 2).

На понятие-стимул «Родина» было получено 72 ответа в первом опросе и 79 во втором. Положительное отношение – из результатов анализа ассоциаций – высказали в первом опросе 45,8% (33), нейтральное – 51,4% (37), отрицательное – 2,8% (2 варианта). При проведении повторного опроса результаты изменились. Количество положительно окрашенных ассоциаций увеличилось на 11,1% и составило 56,9% (45), нейтрально окрашенных уменьшилось на 7% и составило 40,5% (32) от всех наименований. Отрицательно окрашенные ассоциации составили 2,5% (2 единицы) выборки, уменьшение данной подкатегории мы связываем со статистической погрешностью (0,3%).

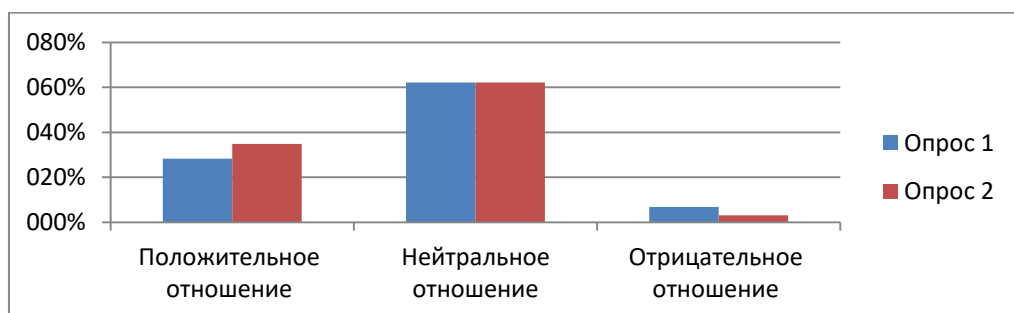


Рис. 2. Ответы респондентов на понятие-стимул «культ предков»

Понятие-стимул «труд» было охарактеризовано 76 ответами в первом опросе и 68 во втором.

Проанализируем данные, полученные по подкатегории «положительное отношение». Соответственно, в рамках первого опроса в эту категорию мы отнесли 21,1% (16) ответов, при втором – 51,5% (35) ответов. Изменение составило в сторону увеличения 30,4%. Ответы в подкатегории «нейтральное отношение» получены такие: 72,4% (55) в первом опросе, и во втором – 41,2% (28). Изменения этой подкатегории мы связываем с выбором большего числа положительно окрашенных ассоциаций. В подкатегории «отрицательное отношение» количество ассоциаций увеличилось с 6,6% (5) до 7,3% (5). Изменение составило 0,7%, хотя в абсолютных числах не изменилось. Считаем ценным фактом изменение положительно окрашенных ассоциаций на 30,4%. В качестве наиболее интересных слов, приведенных опрашиваемыми, назовем: «на благо Родины», «сила», «слава», «достижение целей», «золотые руки», «вдохновение» и др. Интересно, что в подкатегории «отрицательное отношение» и в первом, и во втором случае были использованы слова «тяжелый», «тяжкий». Мы предполагаем, что это связано с личностными качествами опрашиваемых, особенностями их непосредственного трудового опыта.

Понятие-стимул «родной язык» дало 57 ответов в первом опросе и 66 во втором. Анализ данных, полученных по подкатегории «положительное отношение», показал следующее. При проведении первого опроса в эту категорию мы отнесли 28,1% (16) ответов, при втором – 48,5% (32) ответов. Изменение составило в сторону увеличения 20,4%. Ответы в подкатегории «нейтральное отношение» получены такие: в первом случае 70,1% (40), во втором – 51,5% (34). Уменьшение в сравнении с первым опросом составило 18,6%. Результаты подкатегории «отрицательное отношение» показали изменение количества ассоциаций с 1% (1) до 0% (0). Приведенные данные позволяют утверждать, что молодые люди, прошедшие курс «Этнопедагогика», настроены более позитивно по отношению к родному языку, нежели те студенты, с которыми данная работа не проводилась.

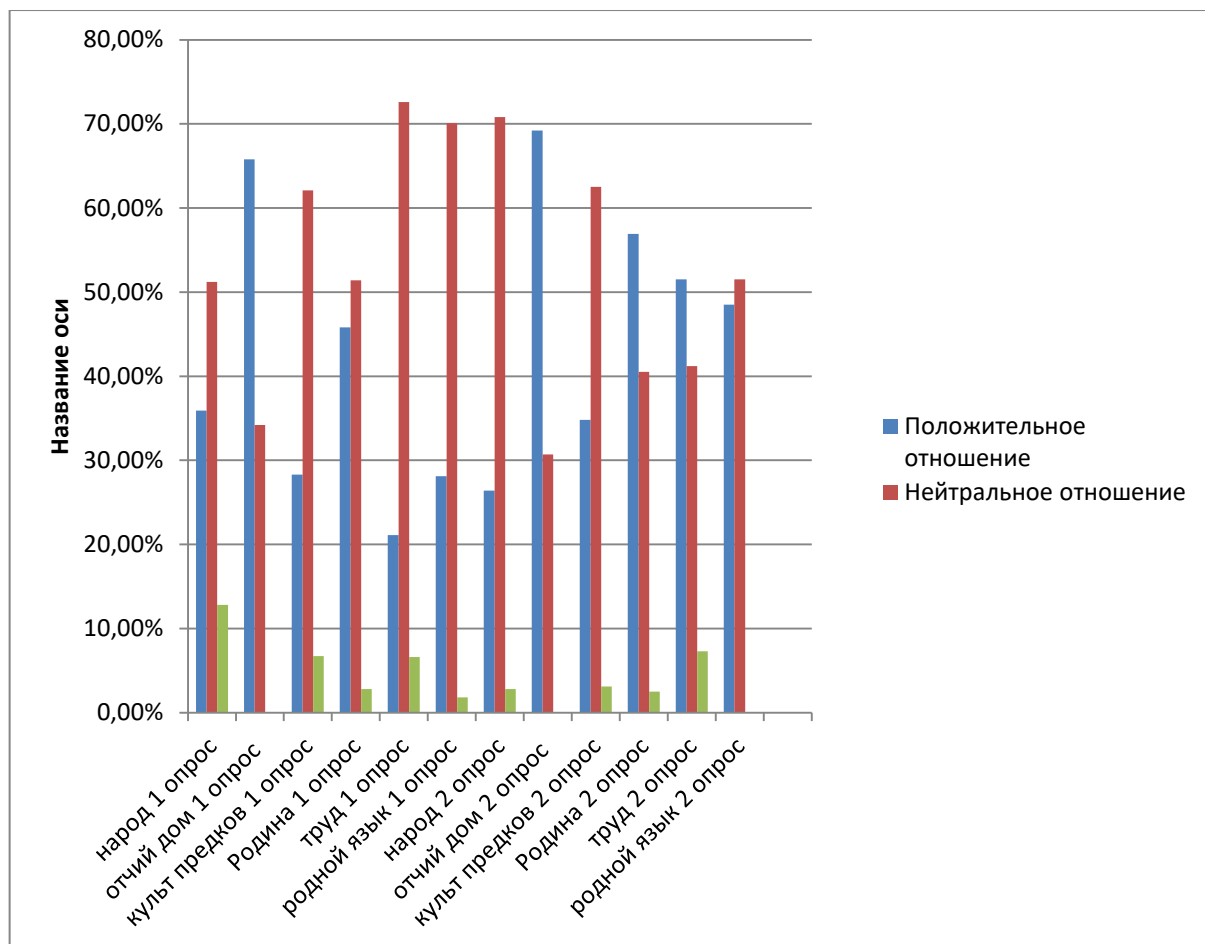


Рис. 3. Сводная таблица по результатам 1 и 2 опросов

После анализа данных по каждому слову-стимулу рассмотрим распределение количества выборов по подкатегориям «позитивное», «нейтральное» и «отрицательное отношение» при первом и втором опросах. В первом опросе подкатегория «позитивное отношение» превалировала над другими подкатегориями только один раз – на слово-стимул «отчий дом». Эта же подкатегория при повторном опросе (после прохождения курса «Этнопедагогика») показала наивысшие результаты выборы на слова-стимулы «отчий дом», «Родина», «труд».

С подкатегорией «нейтральное отношение» связано большее количество ответов-ассоциаций, полученных в процессе анализа первого опроса. Сюда вошли данные, характеризующие слова-стимулы «народ», «культ предков», «Родина», «труд». При повторном опросе наибольшее количество процентов данной подкатегории получили слова-стимулы «народ», «культ предков», «родной язык». Особо важным фактом нам видится то, что если при первом опросе подкатегория «отрицательное отношение» отсутствовала только на слово-стимул «отчий дом», то при повторном опросе она не встретила еще и в анализе ассоциаций к слову-стимулу «родной язык». Необходимо заострить внимание и на том, что количество выборов слов с отрицательным отношением в процентном отношении значительно снизилось во время проведения второго опроса по сравнению с первым (ср.: 12,8% и 2,8% на слово-стимул «народ»; 6,7% и 3,1% на слово-стимул «культ предков»).

Заключение. Для будущих специалистов социальной сферы характерны определенные этноценностные ориентации (отчий дом, Родина, труд, родной язык), связанные с ценностями белорусской народной педагогики. Изучение курса «Этнопедагогика» оказало положительное влияние на ценностные ориентации студентов: зафиксировано снижение уровня отрицательного и нейтрального отношения к таким ценностям, как «народ»; «культ предков»; констатируется рост положительного отношения к таким ценностям, как «отчий дом», «Родина», «труд», «родной язык».

Результаты исследования доказывают необходимость углубления и расширения этнопедагогической подготовки будущих специалистов не только в курсе «Этнопедагогика», но и при изучении других учебных дисциплин («Социально-педагогическая валеология», «Методы и методология научного исследования», «Семьеведение»); подтверждают целесообразность разработки специальных заданий, реализации кейс-технологий, проектной деятельности, направленных на формирование этнических ценностей.

Исследование проводится в рамках ГПНИ «Экономика и гуманитарное развитие белорусского общества», подпрограмма 6 «Образование», № задания 6.4.01: «Этнокультура как детерминанта, определяющая успешность профессиональной подготовки будущих специалистов социальной сферы в поликультурном социуме: этнопедагогический аспект».

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальсагова, М.Х. Методология этнопедагогического исследования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / М.Х. Мальсагова; Пятигор. гос. лингв. ун-т]. – Пятигорск, 2014. – 197 л.
2. Философия: энциклопедический словарь / под ред. А.А. Ивина. – М.: Гардарики, 2004. – С. 968.
3. Философский энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://philosophy.niv.ru/doc/dictionary/philosophy/fc/slovar-192-3>. – Дата доступа: 10.01.2019.
4. Социологический энциклопедический словарь. – М.: ИНФРА-М, Норма, 1998. – С. 403.
5. Болбас, В.С. Формирование этнопедагогической культуры будущих учителей / В.С. Болбас // Юбилейная науч.-практ. конф., посвященная 40-летию Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, Гомель, 2009 г.: в 4 ч.: [материалы] / Гомел. гос. ун-т; редкол.: О.М. Демиденко (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2009. – Ч. 1. – С. 9.

REFERENCES

1. Malsagova M.Kh. *Metodologiya etnopedagogicheskogo issledovaniye: dissertatsiya ... k.p.n.* [Methodology of Ethnic Education Research: PhD (Education) Dissertation], Piatigorsk, 2014, 197 p.
2. Ivin A.A. *Filosofiya: Entsiklopedicheski slovar* [Philosophy: Encyclopedic Dictionary], M.: Gardariki, 2004, 968 p.
3. *Filosofski entsiklopedicheski slovar* [Philosophic Encyclopedic Dictionary]. – Available at: <http://philosophy.niv.ru/doc/dictionary/philosophy/fc/slovar-192-3>. – Accessed: 10.01.2019.
4. *Sotsiologicheski entsiklopedicheski slovar* [Sociological Encyclopedic Dictionary], M.: Izdatelstvo: INFRA-M, Norma, 1998, 403 p.
5. Bolbas V.S. *Yubileynaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Gomel, 2009), posviashchennaya 40-letiyu Gomelskogo Gosudarstvennogo Universiteta imeni F. Skorini* [Jubilee Scientific and Practical Conference (Gomel, 2009) Devoted to the 40th Anniversary of Gomel State F. Skorina University], Gomel: GTU im. F. Skorini, 2009, 1, p. 9.

Поступила в редакцию 11.02.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: annaor39@yandex.ru – Орлова А.П.

ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія праводзяцца ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВУН рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляецца навізна і арыгінальнасць артыкула. Навуковы часопіс уключае 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 сааўтарстве) 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;
- ўводзіны;
- раздзел «Матэрыял і метады»;
- раздзел «Вынікі і іх абмеркаванне»;
- заключэнне;
- спіс выкарыстанай літаратуры.

2.3. Назва артыкула павінна адлюстроўваць яго змест, быць па магчымасці лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазволіць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўводзінах даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца не вырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на замежныя публікацыі.

2.5. Раздзел «Матэрыял і метады» ўключае апісанне метадыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі).

2.6. У раздзеле «Вынікі і іх абмеркаванне» аўтар павінен зрабіць высновы з пункту гледжання іх навуковай навізны і супаставіць з адпаведнымі вядомымі дадзенымі. Гэты раздзел можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзагалюнкамі.

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. Указваецца 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 друк 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 , $^{\circ}\text{C}$). Складаныя формулы набіраюцца тым жа шрыфтам і памерам, што і асноўны тэкст, пры дапамозе рэдактара формул Equation.

2.10. У дадатак да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Адрас электроннай пошты ўніверсітэта (nauka@vsu.by).

3. Да артыкула дадаюцца наступныя матэрыялы (на асобных лістах):

- рэферат (100–250 слоў), які павінен дакладна перадаваць змест артыкула і быць прыдатным для апублікавання ў анатацыях да часопісаў асобна ад артыкула, і ключавыя словы на мове арыгінала. Ён павінен мець наступную структуру: ўводзіны, мэта, 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;

4. Артыкулы, якія дасылаюцца ў рэдакцыю часопіса, падлягаюць абавязковай праверцы на арыгінальнасць і карэктнасць запазычанняў сістэмай «Антыплагіят.ВУН». Для арыгінальных навуковых артыкулаў ступень арыгінальнасці павінна быць не менш за 85%, для аглядаў – не менш за 75%.

5. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзію, затым візіруецца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датай паступлення лічыцца дзень атрымання рэдакцыйнай 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 , $^{\circ}\text{C}$). 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;

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 г.

Надрукавана на рызографе ўстановы адукацыі
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».
210038, г. Віцебск, Маскоўскі праспект, 33.

Пры перадрукаванні матэрыялаў спасылка
на «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» з’яўляецца абавязковай.
