



ISSN 2074-8566

ВЕСНІК

**ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА
ЎНІВЕРСІТЭТА**

2017 № 4(97)

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА

ЎНІВЕРСІТЭТА

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць чатыры разы ў год

2017
№ 4(97)

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

Рэдакцыйны савет:

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

Сакратарыят:

Г.У. Разбоева (*адказны сакратар*),
В.Л. Пугач, 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, педагогічных,
фізіка-матэматычных навук, а таксама цытуецца і рэферыруецца
ў рэфератыўных выданнях УНІТІ*

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 15.12.2017. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 16,85. Ул.-выд. арк. 12,89. Тыраж 160 экз. Заказ 211.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2017

ЗМЕСТ

МАТЭМАТЫКА

Ломовцев Ф.Е., Ходос С.П. О единственности граничных управлений косыми производными на концах струны за любой короткий промежуток времени	5
Козлов А.А., Бурак А.Д. О свойстве равномерной согласованности линейных управляемых локально интегрируемых уравнений с наблюдателем	20
Наумик М.И., Петрова Т.К. Идемпотентные полугруппы линейных отношений	26
Трубников Ю.В., Чернявский М.М., Воронов А.М. Роль расходящихся степенных рядов в некоторых алгоритмах приближенного аналитического решения алгебраических уравнений	29

БІЯЛОГІЯ

Голубев А.П., Хомич А.М., Долматова В.В., Толкачева Т.А. Действие гипертермии разной продолжительности на модельные тест-организмы	34
Колмаков П.Ю., Антонова Е.В. Проникновение грибного компонента в корневые окончания <i>Picea abies</i> (L.) Karst	40
Высоцкий Ю.И. Анализ инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области	48
Лакотко А.А. Совкообразные чешуекрылые (Lepidoptera, Noctuoidea) садовых участков Белорусского Поозерья	54
Ивановский В.В. Структура гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья	62
Пискунов В.И., Держинский Е.А. Новые находки выемчатокрылых молей (Lepidoptera: Gelechiidae) в Республике Беларусь	69

ПЕДАГОГІКА

Бобылева Л.И. Нестандартный урок как коммуникативная форма повышения эффективности обучения иностранному языку	80
Кулешова В.О., Калабина С.Е. Практические вопросы создания учебного пособия по английскому языку для специальных целей (на примере пособия для студентов оптических специальностей)	86
Загурский А.В. Использование среды программирования Scratch как инструмента для формирования у современных детей интереса к профессиям в сфере информационных технологий и развития у них навыков XXI века	90
Шкирьянов Д.Э., Позняк Ж.А. Научное обоснование фитнес-бокса в рамках учебных занятий по дисциплине «Физическая культура» в учреждениях высшего образования медицинского профиля	95
Мусатов А.Г. Дневник здоровья как эффективное средство формирования физической культуры личности и оздоровления студентов	102
Станский Н.Т. Силовая подготовка лыжников-гонщиков	106
Голенова И.А., Синьков Г.Г. Организация внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине «Биологическая физика» с использованием системы управления обучением Moodle	113
Питкевич Э.С., Медведев А.В., Крестьянинова Т.Ю. Функциональное состояние студентов факультета физической культуры и спорта при выполнении дозированной физической нагрузки во время теоретических занятий по военной подготовке	120
Орлова А.П., Тетерина В.В. Трудовое воспитание в советской школе: историко-педагогический аспект	126
Прохоров Ю.М. Педагогические основания укрепления здоровья студенческой молодежи средствами физической культуры	132
Будянский Д.В. Использование опыта выдающихся славянских лекторов-ораторов XIX–XX веков в процессе развития риторической культуры современных преподавателей высших учебных заведений	136

CONTENTS

MATHEMATICS

Lomovtsev F.E., Hodos S.P. On the Uniqueness of Boundary Controls by Oblique Derivatives at the Ends of a String in Arbitrary Short Time Interval	5
Kozlov A.A., Burak A.D. About the Property of Uniform Coherency of Linear Control Locally Integrable Equations with Observer	20
Naumik M.I., Petrova T.K. Idempotent Semigroups of Linear Relations	26
Trubnikov Yu.V., Chernyavsky M.M., Voronov A.M. Role of Divergent Power Series in Some Algorithms of the Approached Analytical Solution of the Algebraic Equations	29

BIOLOGY

Golubev A.P., Khomich A.M., Dolmatova V.V., Tolkacheva T.A. Impact of Hyperthermia of Different Duration on Model Test Organisms	34
Kolmakov P.Yu., Antonova E.V. Fungus Component Penetration into <i>Picea abies</i> (L.) Karst. Root Endings	40
Vysotski Yu.I. Analysis of Cow-Bream Invasion on the territory of Liozno District of Vitebsk Region	48
Lakotko A.A. Noctuid moths (Lepidoptera, Noctuoidea) of Gardens of Belarusian Lake District (Poozeriye)	54
Ivanovski V.V. Structure of Nest Biotopes of Belarusian Lake District (Poozeriye) Predator Birds	62
Piskunov V.I., Derzhinsky Ye.A. New Findings of Gelechiid Moths (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Republic of Belarus	69

PEDAGOGY

Bobyleva L.I. The Non-Standard Lesson as a Communicative Form of Foreign Language Teaching Efficiency Increase	80
Kuleshova V.O., Kalabina S.E. Practical Issues of English for Special Purposes Textbook Development: Case of Optics Student Textbook	86
Zagurski A.V. Application of Scratch Programming Environment as a Tool for Shaping Children's Interest in Information Technology Jobs and Developing the XXI Century Skills	90
Shkiryanov D.E., Pozniak Z.A. Scientific Justification of Fitness Boxing within Physical Training Classes at Medical Universities	95
Musatov A.G. Health Diary as an Effective Means of Shaping Student Personality Physical Culture and Invigoration	102
Stanskiy N.T. Strength Training of Skiers-Racers	106
Golenova I.A., Sinkov G.G. Setting Up Extracurricular Independent Student Work on the Discipline of Biological Physics with the Application of Moodle Teaching Management System	113
Pitkevich E.S., Medvedev A.V., Krestyaninova T.Yu. Functional State of Physical Training and Sports Students Who Perform Dosed Physical Load at Theoretical Military Training Classes	120
Orlova A.P., Teterina V.V. Labor Education in Soviet School: the Historical and Pedagogical Aspect	126
Prokhorov Yu.M. Pedagogical Foundation of Student Health Promotion by Means of Physical Training	132
Budyanskiy D.V. Application of the Experience of Outstanding Slavic Lecturers-Speakers of the XIX–XX Centuries in the Development of the Rhetorical Culture of Contemporary University Teachers	136



МАТЭМАТЫКА

УДК 517.977

О единственности граничных управлений косыми производными на концах струны за любой короткий промежуток времени

Ф.Е. Ломовцев, С.П. Ходос

Белорусский государственный университет

В настоящей статье исследована единственность управлений $\{\mu_1, \mu_2\}$ задачи граничного управления для финальных моментов времени T , удовлетворяющих неравенствам $n-1 < T \leq n$, где индекс n принимает любое из трех значений 1; 2; 3.

Цель работы – изучение единственности граничных управлений задачи управления колебаниями ограниченной струны во множестве ее классических решений посредством нехарактеристических нестационарных первых косых производных в граничных условиях на концах струны.

Материал и методы. Материалом служит задача управления колебаниями струны с помощью данных граничных условий на концах струны в случае нехарактеристических нестационарных первых косых производных. Исследование единственности управлений проводится путем анализа условий управляемости вместе с требованиями гладкости и условиями согласования исходных данных задачи управления на основе явных рекуррентных формул классических решений соответствующей смешанной задачи.

Результаты и их обсуждение. Согласно теореме существования классических решений задачи граничного управления в случае непрерывно дифференцируемого и нехарактеристического граничного режима эти решения существуют для тех и только тех исходных данных задачи (правой части, начальных и финальных данных), которые удовлетворяют соответствующим требованиям гладкости и условиям управляемости. Доказано, что для любых исходных данных, для которых выполняются такие требования и условия, всегда существует пара управлений $\{\mu_1, \mu_2\}$, удовлетворяющих соответствующим условиям согласования граничного режима с уравнением колебаний струны, начальным состоянием и финальным состоянием струны. Установлено, что эта пара управлений $\{\mu_1, \mu_2\}$ единственна для любого финального момента времени $0 < T \leq 2$ и не единственна для любого финального момента времени $2 < T \leq 3$.

Заключение. Указаны алгоритм и формулы для последовательного вычисления этих единственных и неединственных управлений в явном виде. В дальнейшем неединственные управления подлежат оптимизации. Алгоритм доказательства и формулы вычисления управлений не используют метод продолжений исходных данных задачи управления вне множеств задания этих данных при постановке изучаемой задачи.

Ключевые слова: задача граничного управления, финальный момент управления, классическое решение задачи управления, граничное управление, требование гладкости, условие управляемости, условие согласования.

On the Uniqueness of Boundary Controls by Oblique Derivatives at the Ends of a String in Arbitrary Short Time Interval

F.E. Lomovtsev, S.P. Hodos

Belarusian State University

In this paper we study the uniqueness of controls $\{\mu_1, \mu_2\}$ of the boundary control problem for the final instants of time T , satisfying the inequalities $n-1 < T \leq n$, where the index n takes any of the three values 1; 2; 3. The purpose of the article is to study the uniqueness of boundary controls for the problem of controlling the oscillations of a bounded string in the set of its classical solutions by means of the non-characteristic non-stationary first oblique derivatives in the boundary conditions at the ends of the string.

Material and methods. *The material of this work is the problem of controlling the string oscillations with the help of given boundary conditions at the ends of a string in the case of non-characteristic non-stationary first oblique derivatives. The uniqueness of controls is investigated by analyzing the controllability conditions together with the smoothness requirements and the matching conditions for the given data of the control problem on the basis of explicit recurrence formulas for classical solutions of the corresponding mixed problem.*

Results and its discussion. *According to the existence theorem for classical solutions of the boundary control problem in the case of a continuously differentiable and non-characteristic boundary regime, these solutions exist for those and only those input data of the problem (the right-hand side, initial and final data) that satisfy the corresponding smoothness requirements and controllability conditions. It is proved that for any given data for which such requirements and conditions are fulfilled, there always exists a pair of controls $\{\mu_1, \mu_2\}$, satisfying the matching conditions for the boundary regime with the equation of the string oscillations, the initial state and the final state of the string. It is established that this pair of controls $\{\mu_1, \mu_2\}$, is unique for any final time moment $0 < T \leq 2$ and is not unique for any final time moment $2 < T \leq 3$.*

Conclusion. *The algorithm and formulas for the sequential calculation of these unique and not unique controls in explicit form are indicated. In the future, not unique controls is subject to optimization. The proof algorithm and the formulas for calculating controls do not use the method of continuations of the input data of the control problem outside the sets of the specification of these data when the control problem is formulated.*

Key words: *the problem of boundary control, the final control moment, the classical solution of the control problem, the boundary control, the smoothness requirement, the controllability condition, the matching condition.*

В работе исследуется единственность управлений вынужденными колебаниями ограниченной струны с помощью граничных значений первых косых производных в случае зависящих от времени коэффициентов, при этом не используется метод продолжений (отражений) входных данных (правой части уравнения, начальных и финальных данных) и граничных данных вне множеств их задания за короткое финальное время. Доказано, что во множестве классических решений за произвольно короткий промежуток времени, который не превосходит длину струны, при необходимых и достаточных условиях гладкости и управляемости на входные данные этой задачи существует единственная пара управлений, удовлетворяющая начальным и финальным условиям согласования (теорема 3). Если же финальное время хоть чуть больше длины струны, то во множестве классических решений при необходимых и достаточных условиях гладкости и управляемости на входные данные исследуемой задачи существует неединственная пара управлений, удовлетворяющая начальным и финальным условиям согласования (теорема 3). В доказательстве теоремы 3 построен алгоритм последовательного вычисления таких управлений в явном аналитическом виде через промежуточные смещения и скорости из теоремы 2. Эти результаты получены на основе рекуррентных формул решения и критерия однозначной устойчивой везде разрешимости (теорема 1) из работ [1–3] благодаря необходимым и достаточным условиям гладкости, управляемости и согласования на входные и граничные данные исследуемой задачи управления (теорема 2) из [4]. Существование единственных управлений для этой же задачи граничного управления за время, равное длине струны, установлено в [5], но в случае периодического четного продолжения правой части уравнения по пространственной переменной. Результаты настоящего исследования согласуются с результатами В.А. Ильина и других по (неоптимальному) управлению колебаниями струны с помощью стационарных граничных условий и продолжений входных и граничных данных вне множества задания задач управления [6–11].

Цель статьи – изучение единственности граничных управлений задачи управления колебаниями ограниченной струны во множестве ее классических решений посредством нехарактеристических нестационарных первых косых производных в граничных условиях на концах струны.

Материал и методы. За произвольно заданный финальный момент времени $t = T > 0$ требуется привести струну длины d , вынужденные колебания которой моделируются уравнением

$$u_{tt}(x,t) - a^2 u_{xx}(x,t) = f(x,t), a > 0, \{x,t\} \in Q_T = [0,d] \times [0,T], \quad (1)$$

из произвольно заданного начального состояния

$$u|_{t=0} = \phi(x), u_t|_{t=0} = \psi(x), x \in [0,d], \quad (2)$$

с помощью выбора значений $\{\mu_1, \mu_2\}$ граничного режима

$$[\Gamma_i(t)u]|_{x=d(i-1)} \equiv [\alpha_i(t)u_t + \beta_i(t)u_x + \gamma_i(t)u]|_{x=d(i-1)} = \mu_i(t), t \in [0,T], i=1,2, \quad (3)$$

в произвольно заданное финальное состояние

$$u|_{t=T} = \phi(x), u_t|_{t=T} = \psi(x), x \in [0,d]. \quad (4)$$

Определение 1. Задача (1)–(4) называется задачей граничного управления. Функции u называются решениями, граничные данные $\mu_i, i=1,2$, – управлениями, время $t=0$ – начальным моментом управления и время $t=T$ – финальным моментом управления задачи граничного управления (1)–(4).

Задача граничного управления (1)–(4) заменой $x' = 2x/d, t' = 2at/d$ сводится к задаче граничного управления (1)–(4) при $a=1, d=2$ и наоборот. Для любого короткого финального момента времени $T > 0$ исследуем единственность граничных управлений μ_1, μ_2 задачи (1)–(4) при $a=1$ и $d=2$ во множестве классических решений. Необходимые и достаточные требования гладкости, условия согласования и условия управляемости на входные данные для существования управлений этой задачи устанавливаются следующими вспомогательными утверждениями.

Вспомогательные утверждения. Пусть $C^k(\Omega)$ – множество всех k -раз непрерывно дифференцируемых функций на множестве Ω и $C^0(\Omega) = C(\Omega)$ – множество всех непрерывных функций на Ω . Из постановки задачи управления (1)–(4) при $a=1, d=2$ и гладкости ее решений $u \in C^2(Q_T)$ непосредственно вытекает необходимость требований гладкости:

$$f \in C(Q_T), \phi, \psi \in C^2[0,2], \psi, \psi \in C^1[0,2], \mu_1, \mu_2 \in C^1[0,T], \quad (5)$$

а также необходимость соответствующих пар начальных и финальных условий согласования:

$$\begin{aligned} & \alpha_i(0)\psi(2i-2) + \beta_i(0)\phi'(2i-2) + \gamma_i(0)\phi(2i-2) = \mu_i(0), \\ & \alpha_i(0)[\phi''(2i-2) + f(2i-2,0)] + [\alpha_i'(0) + \gamma_i(0)]\psi(2i-2) + \\ & + \beta_i(0)\psi'(2i-2) + \beta_i'(0)\phi'(2i-2) + \gamma_i'(0)\phi(2i-2) = \mu_i'(0), i=1,2, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \alpha_i(T)\psi(2i-2) + \beta_i(T)\phi'(2i-2) + \gamma_i(T)\phi(2i-2) = \mu_i(T), \\ & \alpha_i(T)[\phi''(2i-2) + f(2i-2,T)] + [\alpha_i'(T) + \gamma_i(T)]\psi(2i-2) + \\ & + \beta_i(T)\psi'(2i-2) + \beta_i'(T)\phi'(2i-2) + \gamma_i'(T)\phi(2i-2) = \mu_i'(T), i=1,2. \end{aligned} \quad (7)$$

Необходимость еще требования гладкости (11) на f содержится в формулировке теоремы 1.

Существование управлений поставленной задачи граничного управления (1)–(4) доказывается с помощью рекуррентных формул классических решений $u \in C^2(Q)$ и необходимых и достаточных условий однозначной устойчивой везде разрешимости смешанной задачи (1)–(3), которая решается и исследуется в [1] методом «вспомогательных смешанных задач для полуограниченной струны» из [3]. Мы будем использовать следующий вариант теоремы из работы [1] для ограниченных прямоугольников $Q_n = [0, 2] \times [0, n]$, $n = 1, 2, \dots$. Для записи рекуррентных формул решений эти прямоугольники Q_n разбиваются на прямоугольники $Q^{(k)} = [0, 2] \times [k-1, k]$ и характеристиками уравнения (1) на треугольники:

$$\Delta_{3k-2} = \{ \{x, t\} : k-1 \leq t < x+k-1, t < k+1-x, 0 < x < 2 \}, \Delta_{3k-1} = \{ \{x, t\} : x+k-1 \leq t \leq k-x, 0 \leq x \leq 1 \},$$

$$\Delta_{3k} = \{ \{x, t\} : k+1-x \leq t \leq k, 1 \leq x \leq 2 \}, k = 1, 2, \dots, n.$$

Теорема 1 [1]. Пусть выполняются условия гладкости: $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i \in C^1[0, n]$, и нехарактеристичности косых производных: $\alpha_i(t) \neq (-1)^{i+1} \beta_i(t)$, $t \in [0, n]$, $i = 1, 2$. Смешанная задача (1)–(3) при $a = 1, d = 2$ имеет единственное устойчивое классическое решение $u \in C^2(Q_n)$:

$$u_{3k-2}(x, t) = 2^{-1} [\phi_k(x+t_k) + \phi_k(x-t_k) + \Psi_k(x-t_k, x+t_k) + F_{1,k}(x, t)], \{x, t\} \in \Delta_{3k-2}, \quad (8)$$

$$u_{3k-1}(x, t) = 2^{-1} [\phi_k(x+t_k) - \phi_k(t_k-x) + \Psi_k(t_k-x, x+t_k) + F_{1,k}(x, t)] + \\ + \Phi_1^{(k)}(t-x) - F_1^{(k)}(t-x), \{x, t\} \in \Delta_{3k-1}, \quad (9)$$

$$u_{3k}(x, t) = 2^{-1} [\phi_k(x-t_k) - \phi_k(4-x-t_k) + \Psi_k(x-t_k, 4-x-t_k) + F_{2,k}(x, t)] + \\ + \Phi_2^{(k)}(t+x-2) - F_2^{(k)}(t+x-2), \{x, t\} \in \Delta_{3k}, k = 1, 2, \dots, n, \quad (10)$$

где промежуточные начальные состояния и рекуррентные слагаемые решения равны

$$\phi_1(x) = \phi(x), \psi_1(x) = \psi(x), x \in [0, 2]; \phi_k(x) = u_{3k-5+j}(x, k-1),$$

$$\psi_k(x) = (u_{3k-5+j})_i(x, k-1), x \in [j-1, j], j = 1, 2, k = 2, 3, \dots, n; t_k = t - k + 1;$$

$$\Psi_k(b, c) = \int_b^c \psi_k(s) ds, \quad F_{i,k}(x, t) = \int_{k-1}^t \int_{p_i(x)-t+\tau}^{p_i(x)+t-\tau} f(p_i(|s|), \tau) ds d\tau, \quad p_i(x) = 2i - 2 - (-1)^i x,$$

$$\Phi_i^{(k)}(\xi) = \int_{k-1}^{\xi} \frac{\chi_i(\xi, v)}{\alpha_i(v) + (-1)^i \beta_i(v)} \{ \mu_i(v) - \beta_i(v) [\phi_k'(1 + (-1)^i(k-v)) - \\ - (-1)^i \psi_k(1 + (-1)^i(k-v))] \} dv + \phi_k(2i-2) \chi_i(\xi, k-1), \chi_i(b, c) = \exp \left\{ \int_b^c \frac{\gamma_i(s)}{\alpha_i(s) + (-1)^i \beta_i(s)} ds \right\},$$

$$F_i^{(k)}(\xi) = \int_{k-1}^{\xi} \frac{\chi_i(\xi, v)}{\alpha_i(v) + (-1)^i \beta_i(v)} \left\{ \gamma_i(v) \int_{k-1}^v \int_0^{v-\tau} f(2i-2 - (-1)^i s, \tau) ds d\tau + \right.$$

$$+\alpha_i(v) \int_{k-1}^v f(2i-2-(-1)^i(v-\tau), \tau) d\tau \Big\} dv, i=1,2,$$

тогда и только тогда, когда функции $f, \phi, \psi, \mu_1, \mu_2$ удовлетворяют требованиям гладкости (5), начальным условиям согласования (6) и выполняются требования гладкости

$$\int_{k-1}^t f(\|2-|2-x \pm (t-\tau)|\|, \tau) d\tau \in C^1(Q^{(k)}), k=1,2,\dots,n. \tag{11}$$

З а м е ч а н и е 1. Необходимые и достаточные требования гладкости (5), (11) и условия согласования (6) не зависят от свойств каких-либо продолжений исходных данных $f, \phi, \psi, \mu_1, \mu_2$ вне прямоугольников Q_n . Выражения (8) являются аналогами известной полной формулы Даламбера–Эйлера классического решения задачи Коши.

Пусть $T > 0$ – любой финальный момент времени управления, $n-1 < T \leq n, n=1,2,\dots$. Если обозначить $T_n = T - n + 1$, то $0 < T_n \leq 1, n=1,2,\dots$. Существование пары управлений $\{\mu_1, \mu_2\}$ в задаче граничного управления (1)–(4) очевидно вытекает из существования ее классического решения.

Теорема 2 [4]. Пусть финальный момент $n-1 < T \leq n$ при некотором $n=1,2,\dots$, и граничный режим (3) непрерывно дифференцируем и не имеет характеристических направлений:

$$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i \in C^1[0, T], \alpha_i(t) \neq (-1)^{i+1} \beta_i(t), t \in [0, T], i=1,2. \tag{12}$$

Классическое решение $u \in C^2(Q_T)$ задачи управления (1)–(4) при $a=1, d=2$ существует для тех и только тех функций $f, \phi, \psi, \mu_1, \mu_2$, которые при этом же $n=1,2,\dots$, удовлетворяют на Q_T требованиям гладкости (5), (11), условиям согласования (6), (7) и условиям управляемости:

$$U_{3n-1}(x) \equiv \phi_n(x+T_n) + \phi_n(0) + \int_0^{x+T_n} \psi_n(s) ds + \int_0^{T_n} \int_{x+T_n-\tau}^{x+T_n-\tau} f(s, n-1+\tau) ds d\tau - \\ - \phi(x) - \phi(T_n) - \int_{T_n}^x \psi(s) ds = 0, x \in [0, T_n[, T_n = T - n + 1, n=1,2,\dots, \tag{13}$$

$$U_{3n}(x) \equiv \phi_n(2) + \phi_n(x-T_n) + \int_{x-T_n}^2 \psi_n(s) ds + \int_0^{T_n} \int_{2-x+T_n-\tau}^{2-x+T_n-\tau} f(2-s, n-1+\tau) ds d\tau - \\ - \phi(2-T_n) - \phi(x) - \int_x^{2-T_n} \psi(s) ds = 0, x \in]2-T_n, 2], n=1,2,\dots, \tag{14}$$

при $T_n < 1$ для $x \in [T_n, 2-T_n]$ условиям управляемости

$$\left. \begin{aligned} \phi_n'(x+T_n) + \psi_n(x+T_n) + \int_0^{T_n} f(x+T_n-\tau, n-1+\tau) d\tau &= \phi'(x) + \psi(x), \\ \phi_n'(x-T_n) - \psi_n(x-T_n) - \int_0^{T_n} f(x-T_n+\tau, n-1+\tau) d\tau &= \phi'(x) - \psi(x), \end{aligned} \right\} \tag{15}$$

или при $T_n = 1$ вместо условий (15) для $x=1$ условиям управляемости

$$\left. \begin{aligned} \phi_n(2) + \phi_n(0) + \int_0^2 \psi_n(s) ds + \int_0^1 \int_{\tau}^{2-\tau} f(s, n-1+\tau) ds d\tau = 2\phi(1), \\ \phi_n'(2) - \phi_n'(0) + \psi_n(2) + \psi_n(0) + \int_0^1 [f(2-\tau, n-1+\tau) + f(\tau, n-1+\tau)] d\tau = 2\psi(1). \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

З а м е ч а н и е 2. Действительно теорема 2 является теоремой существования управлений для задачи управления (1)–(4) при $a=1, d=2$, потому что если существует ее классическое решение $u \in C^2(Q_T)$, то функции $\mu_i(t) = [\Gamma_i(t)u] \Big|_{x=2(i-1)} \in C^1[0, T], i=1, 2$, будут ее управлениями.

Результаты и их обсуждение. Сформулируем основной результат настоящей работы о единственности и неединственности управлений задачи граничного управления (1)–(4) при $a=1, d=2$ во множестве классических решений.

Теорема 3. Пусть T – финальные моменты управления, $n-1 < T \leq n$ при $n=1, 2, 3$, для коэффициентов $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, i=1, 2$, справедливо условие (12), для функций $f, \phi, \psi, \Phi, \Psi$ на Q_T выполняются требования гладкости (5), (11) и условия управляемости (13)–(16) из теоремы 2 при соответствующем $n=1$, или $n=2$, или $n=3$. Тогда для этих $f, \phi, \psi, \Phi, \Psi$ задача граничного управления (1)–(4) при $a=1, d=2$ имеет удовлетворяющие условиям согласования (6), (7) управления $\mu_1, \mu_2 \in C^1[0, T]$, которые единственны для любого $0 < T \leq 2$ и не единственны для любого $2 < T \leq 3$.

Д о к а з а т е л ь с т в о. Согласно теореме 2 в предположениях теоремы 3 существует, по крайней мере, одно классическое решение $u \in C^2(Q_T)$ задачи управления (1)–(4) и, следовательно, ее управления $\mu_1, \mu_2 \in C^1[0, T]$, потому что условия управляемости (13)–(16) обеспечивают выполнение финального состояния (4) для любого $T > 0$. Рассмотрим единственность управлений этой задачи граничного управления. В исследовании однозначности управлений в случае $\gamma_i \neq 0, \gamma_i \in C^1[0, T], i=1, 2$, можно воспользоваться следующим представлением управлений (см. аналог в [5, с. 1674]):

$$\mu_i(t) = \check{\mu}_i(t) + \gamma_i(t)\check{u}(2i-2, t), t \in [0, T], i=1, 2, \quad (17)$$

где $\check{\mu}_i, i=1, 2$, – управления задачи управления (1)–(4) в случае $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ и \check{u} – решение задачи управления (1), (2), (4) с граничным режимом (см. аналог формулы (22) в [5, с. 1674]):

$$[\alpha_i(t)u_t + \beta_i(t)u_x] \Big|_{x=2(i-1)} = \check{\mu}_i(t), t \in [0, T], i=1, 2, \quad (18)$$

где $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$, для тех же самых функций $f, \phi, \psi, \Phi, \Psi$. Пусть $\mu_1^{(j)}, \mu_2^{(j)}, j=1, 2$, – две произвольные пары управлений задачи (1)–(4). Тогда в силу линейности исследуемой задачи управления пара их разностей $\mu_i = \mu_i^{(1)} - \mu_i^{(2)}, i=1, 2$, является управлением задачи управления (1)–(4) при $f=0, \phi = \psi = 0, \Phi = \Psi = 0$. Аналогично работе [5] выводятся формулы пары управлений

$$\begin{aligned} \mu_1(t) = 2^{-1}(\alpha_1(t) - \beta_1(t))[\psi(T-t) - \phi'(T-t) + (h_{3n-1})_t(T-t, T) - (h_{3n-1})_x(T-t, T)] + \\ + \gamma_1(t)[\phi(T-t) + h_{3n-1}(T-t, T)], \quad t \in [n-1, T], \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \mu_2(t) = 2^{-1}(\alpha_2(t) + \beta_2(t))[\psi(2-T+t) + \phi'(2-T+t) + (h_{3n})_t(2-T+t, T) + (h_{3n})_x(2-T+t, T)] + \\ + \gamma_2(t)[\phi(2-T+t) + h_{3n}(2-T+t, T)], \quad t \in [n-1, T], \quad n=1, 2, 3, \end{aligned} \quad (20)$$

где

$$\begin{aligned}
 h_{3_{n-1}}(x,t) &= 2^{-1}[\phi_n(t_n - x) - \phi_n(t_n + x) - \Psi_n(t_n - x, t_n + x) - F_{1,n}(x,t)] + \\
 &+ \int_{n-1}^{t-x} \frac{\chi_1(t-x, v)}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} \beta_1(v) [\phi_n'(v - n + 1) + \psi_n(v - n + 1)] dv + F_1^{(n)}(t-x) - \phi_n(0) \chi_1(t-x, n-1), \\
 h_{3_n}(x,t) &= 2^{-1}[\phi_n(4 - t_n - x) - \phi_n(x - t_n) - \Psi_n(x - t_n, 4 - t_n - x) - F_{2,n}(x,t)] + \\
 &+ \int_{n-1}^{t+x-2} \frac{\chi_2(t+x-2, v)}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \beta_2(v) [\phi_n'(1+n-v) - \psi_n(1+n-v)] dv + F_2^{(n)}(t+x-2) - \phi_n(2) \chi_2(t+x-2, n-1).
 \end{aligned}$$

1) Пусть $n=1$, т.е. финальный момент $0 < T \leq 1$. Однородные правая часть $f=0$ уравнения, начальные $\phi = \psi = 0$ и финальные $\phi = \psi = 0$ данные очевидно удовлетворяют требованиям гладкости (5), (11) и условиям управляемости (13)–(16). Поэтому для $f=0$, $\phi = \psi = 0$ и $\phi = \psi = 0$ по формулам (19), (20) находим управления $\check{\mu}_i(t) = 0, t \in [0, T], i=1, 2$, которые также удовлетворяют требованию гладкости из (5) и условиям согласования (6), (7). Поскольку однородная задача управления (1), (2), (4), (18) имеет лишь тривиальное решение $\check{y} \equiv 0$ на Q_T , то $\mu_i(t) = 0, t \in [0, T], i=1, 2$, в силу представления (17) и, следовательно, для всех $\gamma_i \neq 0, \gamma_i \in C^1[0, T], i=1, 2$, управления задачи (1)–(4) единственны и выражаются в явном аналитическом виде формулами (19) и (20) при $n=1$.

2) Пусть $n=2$, т.е. финальный момент $1 < T \leq 2$. Согласно выражениям (9) и (10) теоремы 1 промежуточные смещение и скорость струны при $t=1$ соответственно равны:

$$\begin{aligned}
 \phi_2(x) = u_2(x, 1) &= \int_0^{1-x} \frac{\chi_1(1-x, v) \mu_1(v)}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} dv, \\
 \psi_2(x) = (u_2)_t(x, 1) &= \frac{\mu_1(1-x)}{\alpha_1(1-x) - \beta_1(1-x)} - \frac{\gamma_1(1-x)}{\alpha_1(1-x) - \beta_1(1-x)} \int_0^{1-x} \frac{\chi_1(1-x, v) \mu_1(v)}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} dv, \quad x \in [0, 1], \\
 \phi_2(x) = u_3(x, 1) &= \int_0^{x-1} \frac{\chi_2(x-1, v) \mu_2(v)}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} dv, \\
 \psi_2(x) = (u_3)_t(x, 1) &= \frac{\mu_2(x-1)}{\alpha_2(x-1) + \beta_2(x-1)} - \frac{\gamma_2(x-1)}{\alpha_2(x-1) + \beta_2(x-1)} \int_0^{x-1} \frac{\chi_2(x-1, v) \mu_2(v)}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} dv, \quad x \in [1, 2].
 \end{aligned}$$

Отсюда заключаем, что

$$\psi_2(x) - (-1)^j \phi_2'(x) = 0, \quad x \in [j-1, j], \quad j=1, 2. \tag{21}$$

В случае $\gamma_i(t) = 0, t \in [0, T], i=1, 2$, из формул (19) и (20) для $t \in]1, T]$ соответственно находим значения

$$\check{\mu}_1(t) = \frac{\alpha_1(t) - \beta_1(t)}{2} [(h_5)_t - (h_5)_x](T-t, T) = \frac{\alpha_1(t) + \beta_1(t)}{2} [\psi_2(t-1) + \phi_2'(t-1)] = 0, \tag{22}$$

$$\check{\mu}_2(t) = \frac{\alpha_2(t) + \beta_2(t)}{2} [(h_6)_t + (h_6)_x](2-T+t, T) = \frac{\alpha_2(t) - \beta_2(t)}{2} [\psi_2(3-t) - \phi_2'(3-t)] = 0, \tag{23}$$

в силу свойств (21), так как $t-1 \leq 1$ и $3-t \geq 1$ для $t \in]1, T], T \leq 2$.

Для $f = 0$ и $\phi = \psi = 0$ условие управляемости (13) имеет вид

$$J_1(x) = \phi_2(x + T_2) + \phi_2(0) + \int_0^{x+T_2} \psi_2(s) ds = 0, \quad x \in [0, T_2]. \quad (24)$$

i) Если $1 < T \leq 3/2$, то $x + T_2 \leq 2T_2 \leq 1$, благодаря свойствам (21) интегрируем

$$\int_0^{x+T_2} \psi_2(s) ds = - \int_0^{x+T_2} \phi_2'(s) ds = -\phi_2(x + T_2) + \phi_2(0),$$

и поэтому условие управляемости (24) при $\gamma_1 = 0$ приводится к виду

$$J_1(x) = 2\phi_2(0) = 2 \int_0^1 \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} = 0, \quad x \in [0, T_2]. \quad (25)$$

ii) Если же $3/2 < T \leq 2$, то возможны оба случая: а) $x + T_2 < 1$ и в) $x + T_2 \geq 1$. В первом случае, когда $x + T_2 < 1$, т.е. $x < 1 - T_2$, условие управляемости (24) очевидно сводится к виду (25) для $x \in [0, 1 - T_2]$. В другом случае, когда $x + T_2 \geq 1$, т.е. $x \geq 1 - T_2$, благодаря свойствам (21) вычисляем интеграл

$$\int_0^{x+T_2} \psi_2(s) ds = - \int_0^1 \phi_2'(s) ds + \int_1^{x+T_2} \phi_2'(s) ds = \phi_2(x + T_2) + \phi_2(0) - 2\phi_2(1),$$

и поэтому условие управляемости (24) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ имеет вид

$$J_1(x) = 2 \left[\int_0^1 \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^{x+T_2-1} \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, \quad x \in [1 - T_2, T_2], \quad (26)$$

так как $\phi_2(1) = 0$ и $1 - T_2 < T_2$ для $T > 3/2$.

Для $f = 0$ и $\phi = \psi = 0$ условием управляемости (14) является условие

$$J_2(x) = \phi_2(2) + \phi_2(x - T_2) + \int_{x-T_2}^2 \psi_2(s) ds = 0, \quad x \in [2 - T_2, 2]. \quad (27)$$

i) Если $1 < T \leq 3/2$, то $x - T_2 > 2 - 2T_2 \geq 1$, благодаря свойствам (21) интегрируем

$$\int_{x-T_2}^2 \psi_2(s) ds = \int_{x-T_2}^2 \phi_2'(s) ds = \phi_2(2) - \phi_2(x - T_2),$$

и для $\gamma_2 = 0$ из равенства (27) получаем условие управляемости

$$J_2(x) = 2\phi_2(2) = 2 \int_0^1 \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} = 0, \quad x \in [2 - T_2, 2]. \quad (28)$$

ii) Если $3/2 < T \leq 2$, то возможны оба случая: а) $x - T_2 > 1$ и в) $x + T_2 \leq 1$. Первый случай $x - T_2 > 1$, т.е. $x > T$, естественно сводится к условию управляемости (28) для $x \in [T, 2]$. Второй случай $x - T_2 \leq 1$, т.е. $x \leq T$, в силу (21) позволяет проинтегрировать

$$\int_{x-T_2}^2 \psi_2(s) ds = - \int_{x-T_2}^1 \phi_2'(s) ds + \int_1^2 \phi_2'(s) ds = \phi_2(x-T_2) + \phi_2(2) - 2\phi_2(1),$$

и для $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ прийти к условию управляемости

$$J_2(x) = 2 \left[\int_0^{T-x} \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^1 \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, x \in [2-T_2, T], \quad (29)$$

так как $2-T_2 < T$ для $T > 3/2$.

Когда $T_2 < 1$, тогда для $f=0$ и $\phi = \psi = 0$ два условия управляемости (15) соответственно заменами $s = x + T_2$ и $s = x - T_2$ сводятся к условиям:

$$\psi_2(s) + \phi_2'(s) = 0, s \in [2T_2, 2], \quad (30)$$

$$\psi_2(s) - \phi_2'(s) = 0, s \in [0, 2-2T_2]. \quad (31)$$

i) Если $1 < T \leq 3/2$, то $2T_2 = 2T - 2 \leq 1$, $2 - 2T_2 = 4 - 2T \geq 1$, и поэтому ввиду (21) условие (30) требуется только для $s \in [1, 2]$, что при $\gamma_2 = 0$ эквивалентно условию

$$\psi_2(s) + \phi_2'(s) = 2\psi_2(s) = 2\check{\mu}_2(s-1) / [\alpha_2(s-1) + \beta_2(s-1)] = 0, s \in [1, 2], \quad (32)$$

и условие (31) требуется только для $s \in [0, 1]$, что при $\gamma_1 = 0$ эквивалентно условию

$$\psi_2(s) - \phi_2'(s) = 2\psi_2(s) = 2\check{\mu}_1(1-s) / [\alpha_1(1-s) - \beta_1(1-s)] = 0, s \in [0, 1]. \quad (33)$$

ii) Если $3/2 < T \leq 2$, то $2T_2 = 2T - 2 > 1$, $2 - 2T_2 = 4 - 2T < 1$, и поэтому ввиду (21) равенства (30) и (31) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ соответственно эквивалентны равенствам:

$$\psi_2(s) + \phi_2'(s) = 2\psi_2(s) = 2\check{\mu}_2(s-1) / [\alpha_2(s-1) + \beta_2(s-1)] = 0, s \in [2T_2, 2], \quad (34)$$

$$\psi_2(s) - \phi_2'(s) = 2\psi_2(s) = 2\check{\mu}_1(1-s) / [\alpha_1(1-s) - \beta_1(1-s)] = 0, s \in [0, 2-2T_2]. \quad (35)$$

Когда $T_2 = 1$, т.е. $T = 2$, тогда для $f = 0$, $\phi = \psi = 0$ и $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ в силу (21) два условия управляемости (16) соответственно равны условиям:

$$2 \left[\int_0^1 \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^1 \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, \quad (36)$$

$$2 \left[\frac{\check{\mu}_1(1)}{\alpha_1(1) - \beta_1(1)} + \frac{\check{\mu}_2(1)}{\alpha_2(1) + \beta_2(1)} \right] = 0. \quad (37)$$

Таким образом, в случае i) $1 < T \leq 3/2$, когда $T_2 \leq 1$, тогда условия управляемости (32) и (33) соответственно требуют того, чтобы управления $\check{\mu}_2(t) = 0$ и $\check{\mu}_1(t) = 0$ для $t \in [0, 1]$. Ввиду равенств (22), (23) в задаче управления (1), (2), (4), (18) возможны лишь тривиальные управления $\check{\mu}_i(t) = 0$, $t \in [0, T], i = 1, 2$, с которыми выполняются условия управляемости (25), (28) и вместе с $f = 0$, $\phi = \psi = 0$, $\phi = \psi = 0$ условия согласования (6) и (7).

В случае ii) $3/2 < T \leq 2$, когда $T_2 \leq 1$, тогда условия управляемости (34) и (35) соответственно требуют того, чтобы управления

$$\check{\mu}_2(t) = 0, \check{\mu}_1(t) = 0, t \in [2T_2 - 1, 1]. \quad (38)$$

Методом от обратного покажем, что среди управлений $\check{\mu}_i \in C^1[0, T], i=1, 2$, со свойствами (38) только тривиальные на $[0, 2T_2 - 1]$ могут удовлетворять условиям управляемости (25) (для $x \in [0, T_2[$), (26) для $x \in [1 - T_2, T_2[$, (28) (для $x \in [2 - T_2, 2]$), (29) для $x \in [2 - T_2, T]$. Пусть такие $\check{\mu}_i, i=1, 2$, не одновременно равные нулю, существуют. Дифференцируя один раз по x равенство (26), находим, что $\check{\mu}_2(x + T_2 - 1) = 0, x \in [1 - T_2, T_2[$, т.е. $\check{\mu}_2(t) = 0, t \in [0, 2T_2 - 1[$. Дифференцируя один раз по x равенство (29), находим, что $\check{\mu}_1(T - x) = 0, x \in [2 - T_2, T]$, т.е. $\check{\mu}_1(t) = 0, t \in [0, 2T_2 - 1[$. Для проверки подставляем найденные значения функций $\check{\mu}_i(t) = 0, t \in [0, 2T_2 - 1[, i=1, 2$, в равенства (25), (28) и в интегральные уравнения Вольтерра первого рода (26), (29) и, используя значения (38), убеждаемся в их справедливости. Полученное противоречие показывает истинность исходного утверждения. Как и выше, на основе равенств (22), (23) заключаем, что для $f = 0, \phi = \psi = 0, \phi = \psi = 0$ задача управления (1), (2), (4), (18) имеет только тривиальные управления $\check{\mu}_i(t) = 0, t \in [0, T], i=1, 2$, для которых выполняются условия согласования (6) и (7). Это распространяется на случай $T = 2$, потому что условие (36) представляет собой предел условия (26) при $T = 2$ и $x \rightarrow 1, x < 1$, (и предел условия (29) при $T = 2$ и $x \rightarrow 1, x > 1$), а справедливость условия (37) вытекает из значений (38) при $T = 2$. Так же, как и выше, из тривиальности решения $\check{u} \equiv 0$ однородной задачи управления (1), (2), (4), (18) для $f = 0, \phi = \psi = 0, \phi = \psi = 0$ и представления управлений (17) следует единственность управлений $\mu_i, i=1, 2$, в задаче (1)–(4) с $\gamma_i \neq 0, \gamma_i \in C^1[0, T], i=1, 2$, для всех нетривиальных функций $f, \phi, \psi, \phi, \psi$, удовлетворяющих условиям (5)–(7), (11), (13)–(16) на Q_T . Эти управления можно найти последовательно в явном виде, используя представления (19), (20) и указанные выше промежуточные смещение ϕ_3 и скорость ψ_2 .

3) Пусть $n = 3$, т.е. финальный момент $2 < T \leq 3$. Докажем неединственность управлений $\mu_i, i=1, 2$, в задаче управления (1)–(4), используя их представление (17). В теореме 1 промежуточные смещение и скорость струны при $t = 2$ в силу рекуррентных формул решений (9), (10) и свойств (21) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ соответственно равны:

$$\phi_3(x) = u_5(x, 2) = \frac{1}{2} \left[\phi_2(x + 1) - \phi_2(1 - x) + \int_{1-x}^{x+1} \psi_2(s) ds \right] + \int_1^{2-x} \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \phi_2(0), x \in [0, 1],$$

$$\phi_3(x) = u_6(x, 2) = \frac{1}{2} \left[\phi_2(x - 1) - \phi_2(3 - x) + \int_{x-1}^{3-x} \psi_2(s) ds \right] + \int_1^x \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} + \phi_2(2), x \in [1, 2].$$

В сумме производных $(u_5)_t(x, 2) + \phi_3'(x)$ от функций (9) и ϕ_3 для $x \leq 1$ сокращаются первые производные по t и x от тех зависящих от выражений вида $x \pm t + c, c \in R$, слагаемых, в которых переменные t и x имеют противоположные знаки. Аналогично в разности $(u_6)_t(x, 2) - \phi_3'(x)$ от функций (10) и ϕ_3 для $x \geq 1$ сокращаются первые производные по t и x от тех зависящих от выражений такого же вида слагаемых, в которых переменные t и x имеют одинаковые знаки. Поэтому верны соотношения

$$\psi_3(x) - (-1)^j \phi_3'(x) = \psi_2(x - (-1)^j) - (-1)^j \phi_2'(x - (-1)^j), x \in [j - 1, j], j = 1, 2. \quad (39)$$

В случае $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ из представлений (19) и (20) для $f = 0, \phi = \psi = 0$ и $t \in [2, T]$ соответственно

$$\tilde{\mu}_1(t) = \frac{\alpha_1(t) - \beta_1(t)}{2} [(h_8)_t - (h_8)_x] (T - t, T) = \frac{\alpha_1(t) + \beta_1(t)}{\alpha_2(t-2) + \beta_2(t-2)} \tilde{\mu}_2(t-2), \quad (40)$$

$$\tilde{\mu}_2(t) = \frac{\alpha_2(t) + \beta_2(t)}{2} [(h_9)_t + (h_9)_x] (2 - T + t, T) = \frac{\alpha_2(t) - \beta_2(t)}{\alpha_1(t-2) - \beta_1(t-2)} \tilde{\mu}_1(t-2), \quad (41)$$

в силу (21) и (39), так как $t-2, 3-t \leq 1$ и $t-1, 4-t \geq 1$ для $t \in]2, T], T \leq 3$.

Для $f = 0, \phi = \psi = 0$ имеем условие управляемости (13) вида

$$J_3(x) = \phi_3(x + T_3) + \phi_3(0) + \int_0^{x+T_3} \psi_3(s) ds = 0, \quad x \in [0, T_3[. \quad (42)$$

i) Если $2 < T \leq 5/2$, то $x + T_3 \leq 2T_3 \leq 1$, и с помощью (21) и (39) интегрируем

$$\begin{aligned} \int_0^{x+T_3} \psi_3(s) ds &= \int_0^{x+T_3} [\psi_3(s+1) + \phi_2'(s+1) - \phi_3'(s)] ds = \\ &= \int_0^{x+T_3} [2\phi_2'(s+1) - \phi_3'(s)] ds = 2\phi_2(x + T_2) - 2\phi_2(1) - \phi_3(x + T_3) + \phi_3(0) \end{aligned}$$

и видим, что условие управляемости (42) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ приобретает вид

$$J_3(x) = 2 \left[\int_0^2 \frac{\tilde{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^{x+T_3} \frac{\tilde{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, \quad x \in [0, T_3[. \quad (43)$$

ii) Если $5/2 < T \leq 3$, то имеем случаи: $x + T_3 < 1$ и $x + T_3 \geq 1$. В случае $x + T_3 < 1$, т.е. когда $x < 1 - T_3$, тогда условие (42) приводится к виду (43) для $x \in [0, 1 - T_3[$. В случае $x + T_3 \geq 1$, т.е. когда $x \geq 1 - T_3$, тогда в силу (21) и (39) верны равенства

$$\begin{aligned} \int_0^{x+T_3} \psi_3(s) ds &= \int_0^1 \psi_3(s) ds + \int_1^{x+T_3} \psi_3(s) ds = \int_0^1 [\psi_2(s+1) + \phi_2'(s+1) - \phi_3'(s)] ds + \\ &+ \int_1^{x+T_3} [\psi_2(s-1) - \phi_2'(s-1) + \phi_3'(s)] ds = \int_0^1 [2\phi_2'(s+1) - \phi_3'(s)] ds - \int_1^{x+T_3} [2\phi_2'(s-1) - \phi_3'(s)] ds = \\ &= 2\phi_2(2) - 2\phi_2(1) - 2\phi_3(1) + \phi_3(0) - 2\phi_2(x + T_3 - 1) + 2\phi_2(0) + \phi_3(x + T_3). \end{aligned}$$

Можно убедиться в том, что в отличие от случая $n = 2$ условие (42) приобретает ту же форму

$$\begin{aligned} J_3(x) &= 2[\phi_3(x + T_3) + \phi_2(2) - \phi_3(1) - \phi_2(x + T_3 - 1) + \phi_2(0) + \phi_3(0)] = \\ &= 2 \left[\int_0^2 \frac{\tilde{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^{x+T_3} \frac{\tilde{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, \quad x \in [1 - T_3, T_3], \end{aligned}$$

так как $\phi_2(1) = 0$ и $5 - x - T \geq 5 - T_3 - T \geq 1, x + T_3 - 1 < 2T_3 - 1 \leq 1$ и $1 - T_3 < T_3$ для $5/2 < T \leq 3$. Итак, в случаях i) и ii) условие (42) совпадает с условием (43).

Для $f = 0$ и $\phi = \psi = 0$ условие управляемости (14) имеет вид

$$J_4(x) = \phi_3(2) + \phi_3(x - T_3) + \int_{x-T_3}^2 \psi_3(s) ds = 0, \quad x \in]2 - T_3, 2]. \quad (44)$$

i) Если $2 < T \leq 5/2$, то $x - T_3 \geq 2 - 2T_3 \geq 1$. Это позволяет интегрировать с помощью соотношений (21) и (39)

$$\begin{aligned} \int_{x-T_3}^2 \psi_3(s) ds &= \int_{x-T_3}^2 [\psi_2(s-1) - \phi_2'(s-1) + \phi_3'(s)] ds = \\ &= \int_{x-T_3}^2 [-2\phi_2(s-1) + \phi_3'(s)] ds = 2\phi_2(x - T_2) - 2\phi_2(1) + \phi_3(2) - \phi_3(x - T_3). \end{aligned}$$

В результате условие (44) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ становится условием управляемости

$$J_4(x) = 2 \left[\int_0^{T-x} \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^2 \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, \quad x \in]2 - T_3, 2]. \quad (45)$$

ii) Если $5/2 < T \leq 3$, то могут быть случаи $x - T_3 > 1$ и $x - T_3 \leq 1$. Когда $x - T_3 > 1$, т.е. $x > T_3 + 1$, тогда условие (44) совпадает с условием (45) для $x \in]T_3 + 1, 2]$. Когда $x - T_3 \leq 1$, т.е. $x \leq T_3 + 1$, тогда интегрируем с помощью (21) и (39)

$$\begin{aligned} \int_{x-T_3}^2 \psi_3(s) ds &= \int_{x-T_3}^1 [\psi_2(s+1) + \phi_2'(s+1) - \phi_3'(s)] ds + \int_1^2 [\psi_2(s-1) - \phi_2'(s-1) + \phi_3'(s)] ds = \\ &= \int_{x-T_3}^1 [2\phi_2'(s+1) - \phi_3'(s)] ds - \int_1^2 [2\phi_2'(s-1) - \phi_3'(s)] ds = \\ &= 2\phi_2(2) - 2\phi_2(x - T_3 + 1) - 2\phi_3(1) + \phi_3(x - T_3) + 2\phi_2(0) - 2\phi_2(1) + \phi_3(2). \end{aligned}$$

Нетрудно показать, что условие управляемости (44) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ также приобретает форму (45), но для $x \in]2 - T_3, T_3 + 1]$, так как $x - T_3 + 1 \geq 3 - 2T_3 \geq 1$, $T_2 - x < 2T_2 - 2 \leq 1$ и $2 - T_3 < T_3 + 1$ для $5/2 < T \leq 3$. Случаи i) и ii) свелись к одному условию (45).

Когда $T_3 < 1$, тогда для $f = 0$ и $\phi = \psi = 0$ условия управляемости (15) заменами $s = x + T_3$ и $s = x - T_3$ соответственно сводятся к условиям:

$$\psi_3(s) + \phi_3'(s) = 0, \quad s \in [2T_3, 2], \quad (46)$$

$$\psi_3(s) - \phi_3'(s) = 0, \quad s \in [0, 2 - 2T_3]. \quad (47)$$

i) Если $2 < T \leq 5/2$, то $2T_3 \leq 1$, $2 - 2T_3 \geq 1$. Поэтому в силу (21) и (39) равенство (46) при $\gamma_2 = 0$ соответственно для $s \in [2T_3, 1]$ и $s \in [1, 2]$ равно условиям:

$$\psi_3(s) + \phi_3'(s) = \psi_2(s+1) + \phi_2'(s+1) = 2\psi_2(s+1) = 2\check{\mu}_2(s) / [\alpha_2(s) + \beta_2(s)] = 0, \quad (48)$$

$$\begin{aligned} \psi_3(s) + \phi_3'(s) &= \psi_2(s-1) - \phi_2'(s-1) + 2\phi_3'(s) = 2\{\psi_2(s-1) + \phi_3'(s)\} = 2\{\psi_2(s-1) + \\ &+ 2^{-1}[\phi_2'(s-1) + \phi_2'(3-s) - \psi_2(3-s) - \psi_2(s-1)] + \check{\mu}_2(s) / [\alpha_2(s) + \beta_2(s)]\} = 2\check{\mu}_2(s) / [\alpha_2(s) + \beta_2(s)] = 0, \end{aligned}$$

которые в сумме дают одно равенство

$$\check{\mu}_2(t) = 0, \quad t \in [2T_3, 2]. \quad (49)$$

Аналогично условие (47) при $\gamma_1 = 0$ для $s \in [0, 1]$ и $s \in [1, 2 - 2T_3]$ соответственно равно условиям:

$$\begin{aligned} \psi_3(s) - \phi_3'(s) &= \psi_2(s+1) + \phi_2'(s+1) - 2\phi_3'(s) = 2\{\psi_2(s+1) - \phi_3'(s)\} = \\ &= 2\{\psi_2(s+1) - 2^{-1}[\phi_2'(s+1) + \phi_2'(1-s) + \psi_2(s+1) + \psi_2(1-s)] + \\ &+ \check{\mu}_1(2-s)/[\alpha_1(2-s) - \beta_1(2-s)]\} = 2\check{\mu}_1(2-s)/[\alpha_1(2-s) - \beta_1(2-s)] = 0, \\ \psi_3(s) - \phi_3'(s) &= \psi_2(s-1) - \phi_2'(s-1) = 2\psi_2(s-1) = 2\check{\mu}_1(2-s)/[\alpha_1(2-s) - \beta_1(2-s)] = 0, \end{aligned} \quad (50)$$

которые в сумме дают одно равенство

$$\check{\mu}_1(t) = 0, \quad t \in [2T_3, 2]. \quad (51)$$

ii) Если $5/2 < T \leq 3$, то $2T_3 > 1$, $2 - 2T_3 < 1$, и поэтому ввиду преобразований (48), (50) условия (46) и (47) эквивалентны соответственно условиям (49) и (51).

Когда $T_3 = 1$, т.е. $T = 3$, тогда для $f = 0$, $\phi = \psi = 0$ и $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ условия управляемости (16) в силу соотношений (21) и (39) соответственно равны условиям:

$$2 \left[\int_0^2 \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^2 \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} \right] = 0, \quad (52)$$

$$2 \left[\frac{\check{\mu}_1(2)}{\alpha_1(2) - \beta_1(2)} + \frac{\check{\mu}_2(2)}{\alpha_2(2) + \beta_2(2)} \right] = 0. \quad (53)$$

Из тождества (43) однократным дифференцированием по x получаем $\check{\mu}_2(x + T_3) = 0, x \in [0, T_3[$, т.е. $\check{\mu}_2(t) = 0, t \in [T_3, 2T_3[$. Из тождества (45) однократным дифференцированием по x получаем $\check{\mu}_1(T - x) = 0, x \in [2 - T_3, 2]$, т.е. $\check{\mu}_1(t) = 0, t \in [T_3, 2T_3[$. Для проверки подставляем эти значения $\check{\mu}_1, \check{\mu}_2$ в интегральные уравнения Вольтерра первого рода (43) и (45) и ввиду значений (49) и (51) приходим к уравнению

$$\int_0^{T_3} \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} + \int_0^{T_3} \frac{\check{\mu}_2(v) dv}{\alpha_2(v) + \beta_2(v)} = 0. \quad (54)$$

Отсюда заключаем, что управления $\check{\mu}_i, i = 1, 2$, – любые функции из множества $C^1[0, T]$, которые являются решениями уравнения (54) при $t \in [0, T_3]$, удовлетворяют равенствам $\check{\mu}_i(0) = \check{\mu}_i'(0) = 0, i = 1, 2$, для условий согласования (6) при $f = 0$, $\phi = \psi = 0$, равны $\check{\mu}_i(t) = 0, t \in [T_3, 2], i = 1, 2$, определяются равенствами (40), (41) для $t \in [2, T]$ через значения друг друга на отрезке $[0, T_3]$ и удовлетворяют равенствам $\check{\mu}_i(T) = \check{\mu}_i'(T) = 0, i = 1, 2$, для условий согласования (7) при $f = 0$, $\phi = \psi = 0$. В частности, решениями уравнения (54) являются функции $\check{\mu}_1(t)$ и $\check{\mu}_2(t) = -\check{\mu}_1(t) \{[\alpha_2(t) + \beta_2(t)] / [\alpha_1(t) - \beta_1(t)]\} \forall \check{\mu}_1 \in C^1[0, T_3]$.

Когда $T = 3$, тогда условие (52) представляет собой предел условия (43) при $T = 3$ и $x \rightarrow 1, x < 1$, (и условия (45) при $T = 3$ и $x \rightarrow 1, x > 1$), а справедливость условия (53) следует из равенств (49) и (51) при $T = 3$.

Чтобы убедиться в том, что в задаче управления (1)–(4) для $f = 0$, $\phi = \psi = 0$, $\phi = \psi = 0$ и $\forall \gamma_i \neq 0$, $\gamma_i \in C^1[0, T], i = 1, 2$, всегда существует нетривиальная пара управлений $\{\mu_1, \mu_2\} \neq 0$, т.е. $\mu_1 \neq 0$ или $\mu_2 \neq 0$ на $]0, T[$, достаточно показать, что $\exists \varepsilon_1 > 0$, при котором $\mu_1(t) \neq 0, t \in]0, \varepsilon_1[$. От противного пусть $\forall \varepsilon > 0$ в этой задаче (1)–(4) при $a = 1, d = 2$ управление $\mu_1(t) = 0, t \in]0, \varepsilon[$. Выше для задачи управления (1), (2), (4), (18) нами установлено существование $\varepsilon_1 = T_3 > 0$ и управления $\check{\mu}_1(t) \neq 0, t \in]0, \varepsilon_1[$. Согласно выражению (9) при $k = 1, f = 0, \phi = \psi = 0, \phi = \psi = 0, \gamma_1 = 0$ и $\check{\mu}_1 \neq 0, t \in]0, \varepsilon_1[$, решение \check{y} задачи управления (1), (2), (4), (18) в Δ_2 при $x = 0$ имеет след

$$\check{y}(0, t) = \int_0^t \frac{\check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)}, \quad t \in]0, \varepsilon_1[.$$

Тогда согласно предположению тривиальности управления $\mu_1(t) = 0, t \in]0, \varepsilon[, \forall \varepsilon > 0$, от представления (17) приходим к однородному уравнению Вольтерра второго рода

$$\mu_1(t) = \check{\mu}_1(t) + \int_0^t \frac{\gamma_1(t) \check{\mu}_1(v) dv}{\alpha_1(v) - \beta_1(v)} = 0, \quad t \in [0, \varepsilon_1],$$

которое, как известно, имеет только тривиальное решение $\check{\mu}_1 \equiv 0$ на $[0, \varepsilon_1]$. Это противоречит действительности. С помощью выражения (10) из теоремы 1 точно также можно доказать существование нетривиального управления $\check{\mu}_2 \neq 0, t \in]0, T_3[$, в задаче управления (1)–(4) при $a = 1, d = 2$ для $f = 0, \phi = \psi = 0, \phi = \psi = 0, \forall \gamma_i \in C^1[0, T], i = 1, 2$.

Таким образом, для $2 < T \leq 3$ в задаче управления (1)–(4) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ для всех $f, \phi, \psi, \phi, \psi$, удовлетворяющих условиям (5)–(7), (11), (13)–(16), управления μ_1 и μ_2 не единственны и отличаются друг от друга на указанные выше функции $\check{\mu}_1$ и $\check{\mu}_2$. Тогда управления μ_1 и μ_2 задачи (1)–(4) при $\forall \gamma_i \neq 0, \gamma_i \in C^1[0, T], i = 1, 2$, отличаются друг от друга на функции, которые определяются выражением (17), где \check{y} – решение задачи управления (1), (2), (4), (18) при $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$ и тех же самых $f, \phi, \psi, \phi, \psi$, с неединственными описанными выше граничными данными $\check{\mu}_1$ и $\check{\mu}_2$.

Отметим, что в случае $n = 3$ наше доказательство тоже содержит алгоритм последовательного вычисления управлений $\mu_i, i = 1, 2$, в явном аналитическом виде с помощью их представлений (19), (20) и указанных выше промежуточных смещений ϕ_i и скоростей $\psi_i, i = 2, 3$. Теорема 3 доказана.

Заключение. В работе исследована единственность граничных управлений $\mu_1, \mu_2 \in C^1[0, T]$ задачи управления (1)–(4) для финальных моментов времени T , удовлетворяющих неравенствам $n - 1 < T \leq n$, где индекс n принимает любое из трех значений 1; 2; 3. Согласно теореме существования классических решений $u \in C^2(Q_T)$ задачи граничного управления (1)–(4) в случае непрерывно дифференцируемого и нехарактеристического граничного режима (3), т.е. когда справедливы предположения (12), эти решения существуют для тех и только тех правой части f , начальных данных ϕ, ψ и финальных данных ϕ, ψ , которые удовлетворяют требованиям гладкости (5), (11) и условиям управляемости (13)–(16). В работе доказано, что в задаче граничного управления (1)–(4) для любых таких исходных данных $f, \phi, \psi, \phi, \psi$ без их продолжений вне множеств задания всегда существуют управления $\mu_1, \mu_2 \in C^1[0, T]$, удовлетворяющие условиям согласования (6), (7) граничного режима (3) с уравнением (1), начальным (2) и финальным (4) состояниями. Установлено, что эта пара управлений $\{\mu_1, \mu_2\}$ единственна для любого финального момента $0 < T \leq 2$ и не единственна для любого финального момента $2 < T \leq 3$. Указаны алгоритм и формулы последовательного вычисления этих единственных и неединственных управлений в явном виде. Основные результаты настоящего исследования без доказательств анонсированы в [12]. Следует разработать метод оптимального управления колебаниями струны в задаче (1)–(4) для всех моментов $T > 2$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ломовцев, Ф.Е. Решение без продолжения данных смешанной задачи для неоднородного уравнения колебаний струны при граничных косых производных / Ф.Е. Ломовцев // Дифференц. уравнения. – 2016. – Т. 52, № 8. – С. 1128–1132.
2. Ломовцев, Ф.Е. Смешанная задача для неоднородного уравнения колебаний ограниченной струны при первых косых производных в нестационарных граничных условиях / Ф.Е. Ломовцев, Е.Н. Новиков // Материалы Воронеж. зимней мат. шк. «Современные методы теории функций и смежные вопросы», Воронеж, 27 янв. – 2 фев. 2015 г. – Воронеж, 2015. – С. 73–76.
3. Ломовцев, Ф.Е. Метод вспомогательных смешанных задач для полуограниченной струны / Ф.Е. Ломовцев // Шестые Богдановские чтения по обыкновенным дифференциальным уравнениям: материалы междунар. матем. конф. Минск, 7–10 дек. 2015 г.: в 2 ч. – Минск, 2015. – Ч. 2. – С. 74–75.
4. Ломовцев, Ф.Е. Теорема существования управлений вынужденными колебаниями ограниченной струны нестационарными первыми косыми производными / Ф.Е. Ломовцев // Материалы Воронеж. весенней мат. шк. «Современные методы теории краевых задач», Воронеж, 3–9 мая 2016 г. – Воронеж, 2016. – С. 168–170.
5. Ломовцев, Ф.Е. Граничное управление вынужденными колебаниями струны первыми косыми производными за короткий промежуток времени / Ф.Е. Ломовцев // Дифференц. уравнения. – 2015. – Т. 51, № 12. – С. 1669–1675.
6. Ильин, В.А. Волновое уравнение с граничным управлением на двух концах и задача о полном успокоении колебательного процесса / В.А. Ильин, В.В. Тихомиров // Дифференц. уравнения. – 1999. – Т. 35, № 5. – С. 692–704.
7. Ильин, В.А. Граничное управление процессом колебаний на двух концах в терминах обобщенного решения волнового уравнения с конечной энергией / В.А. Ильин // Дифференц. уравнения. – 2000. – Т. 36, № 11. – С. 1513–1528.
8. Сергеев, С.А. Необходимые и достаточные условия существования граничного управления колебаниями струны и сферического слоя при малых временах / С.А. Сергеев // Дифференц. уравнения. – 2011. Т. 47, № 5. – С. 744–755.
9. Романовский, Р.К. Граничное управление гиперболической системой с одной пространственной переменной / Р.К. Романовский, Ю.А. Медведев // Дифференц. уравнения. – 2017. – Т. 53, № 3. – С. 355–361.
10. Куркина, А.В. Аналитический вид обобщенного из класса W_p^1 решения смешанной задачи, описывающей радиально симметричные колебания трехмерного шара / А.В. Куркина // Дифференц. уравнения. – 2015. – Т. 51, № 1. – С. 48–54.
11. Крицков, Л.В. О задачах граничного управления для уравнения Клейна–Гордона–Фока с суммируемым коэффициентом / Л.В. Крицков // Дифференц. уравнения. – 2015. – Т. 51, № 5. – С. 688–696.
12. Ломовцев, Ф.Е. О единственности граничных управлений нестационарными первыми косыми производными вынужденных колебаний струны за любое короткое время / Ф.Е. Ломовцев // XII Белорус. матем. конф.: материалы междунар. науч. конф., Минск, 5–10 сент. 2016 г.: в 5 ч. – Минск, 2016. – Ч. 2. – С. 111–113.

REFERENCES

1. Lomovtsev F.E. Resheniye bez prodolzheniya dannykh smeshannoy zadachi dlya neodnorodnogo uravneniya kolebaniy struny pri granichnykh kosykh proizvodnykh [Resolution of a Mixed Problem with Oblique Derivatives in the Boundary Conditions for the Inhomogeneous String Vibration Equation without Continuing the Data] // Differents. Equations, 2016, Vol. 52, No. 8, pp. 1128–1132.
2. Lomovtsev F.E., Novikov E.N. Smeshannaya zadacha dlya neodnorodnogo uravneniya kolebaniy ogranichennoy struny pri pervykh kosykh proizvodnykh v nestatsionarnykh granichnykh usloviyakh [A Mixed Problem for the Inhomogeneous Oscillation Equation of a Bounded String Under the First Oblique Derivatives in Non-Stationary Boundary Conditions] // Mater. Voronezh winter mat. shk. «Modern Methods of the Theory of Functions and Related Questions», Voronezh, January 27 – February 2, 2015. – Voronezh, 2015. – P. 73–76.
3. Lomovtsev F.E. Metod vspomogatel'nykh smeshannykh zadach dlya poluogranichennoy struny [The method of auxiliary mixed problems for a semibounded string] // Sixth Bogdanovsky Readings on Ordinary Differential Equations: Mater. Intern. Math. Conf. Minsk, 7–10 December. 2015: 2 parts. – Minsk, 2015. – Part 2. – P. 74–75.
4. Lomovtsev F.E. Teorema sushchestvovaniya upravleniy vynuzhdennymi kolebaniyami ogranichennoy struny nestatsionarnymi pervymi kosymi proizvodnymi [A Theorem on the Existence of Controls by Forced Oscillations of a Bounded String by Non-Stationary First Oblique Derivatives] // Mater. Voronezh spring. mat. shk. «Modern Methods of the Theory of Boundary Value Problems», Voronezh, May 3–9, 2016. – Voronezh, 2016. – P. 168–170.
5. Lomovtsev F.E. Granichnoye upravleniye vynuzhdennymi kolebaniyami struny pervymi kosymi proizvodnymi za korotkiy promezhutok vremeni [Boundary Control of Forced Oscillations of a String by First Oblique Derivatives in a Short Time Interval] // Differents. Equations. – 2015, Vol. 51, No. 12, pp. 1669–1675.
6. Ilyin V.A., Tikhomirov V.V. Volnovoye uravneniye s granichnym upravleniyem na dvukh kotsakh i zadacha o polnom uspokoyenii kolebatel'nogo protsesssa [The Wave Equation with Boundary Control at Two Ends and the Problem of Complete Quiescence of the Oscillatory Process] // Differents. Equations, 1999, Vol. 35, No. 5, pp. 692–704.
7. Ilyin V.A. Granichnoye upravleniye protsessom kolebaniy na dvukh kotsakh v terminakh obobshchennogo resheniya volnovogo uravneniya s konechnoy energiyey [Boundary Control of the Oscillation Process at Two Ends in Terms of the Generalized Solution of the Wave Equation with Finite Energy] // Differents. Equations, 2000, Vol. 36, No. 11, pp. 1513–1528.
8. Sergeev S.A. Neobkhodimyye i dostatochnyye usloviya sushchestvovaniya granichnogo upravleniya kolebaniyami struny i sfericheskogo sloya pri malykh vremenakh [Necessary and Sufficient Conditions for the Existence of a Boundary Control of the Vibrations of a String and a Spherical Layer for Small Times] // Differents. Equations, 2011, T. 47, No. 5, pp. 744–755.
9. Romanovsky R.K., Medvedev Y.A. Granichnoye upravleniye giperbolicheskoy sistemoy s odnoy prostranstvennoy peremennoy [Boundary Control of a Hyperbolic System with One Space Variable] // Differents. Equations, 2017, Vol. 53, No. 3, pp. 355–361.
10. Kurkina A.V. Analiticheskiy vid obobshchonnogo iz klassa resheniya smeshannoy zadachi, opisivyayushchey radial'no simmetrichnyye kolebaniya trokhmernogo shara [Analytic View of a Generalized Solution of a Mixed Problem Describing Radially Symmetric Vibrations of a Three-Dimensional Ball] // Differents. Equations, 2015, Vol. 51, No. 1, pp. 48–54.
11. Kritskov L.V. O zadachakh granichnogo upravleniya dlya uravneniya Kleyna–Gordona–Foka s summiruyemykh koeffitsiyentom [On Problems of Boundary Control for the Klein–Gordon–Fock Equation with Summable Coefficient] // Differents. Equations, 2015, Vol. 51, No. 5, pp. 688–696.
12. Lomovtsev F.E. O yedinstvennosti granichnykh upravleniy nestatsionarnymi pervymi kosymi proizvodnymi vynuzhdennykh kolebaniy struny za lyuboye korotkoye vremya [On the Uniqueness of Boundary Controls for the Non-Stationary First Oblique Derivatives of Forced Oscillations of a String in Any Short Time] / F.E. Lomovtsev // XII Belarusian Mathematical Conference: Mater. Intern. Sci. Conf. Minsk, 5–10 Sept. 2016: at 5 parts. – Minsk, 2016. – Part 2. – P. 111–113.

Поступила в редакцию 17.07.2017

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

О свойстве равномерной согласованности линейных управляемых локально интегрируемых уравнений с наблюдателем

А.А. Козлов, А.Д. Бурак

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

Рассматривается линейное нестационарное управляемое уравнение

$$\dot{x} = a(t)x + b(t)u, \quad x \in \mathbb{R}, \quad u \in \mathbb{R}, \quad t \in \mathbb{R}_+, \quad (1)$$

с наблюдателем

$$y = c(t)x, \quad y \in \mathbb{R}, \quad (2)$$

в котором коэффициенты $a(t)$, $b(t)$ и $c(t)$ являются локально интегрируемыми по Лебегу и интегрально ограниченными на положительной полуоси скалярными функциями. Управление в системе (1), (2) строится в виде линейной обратной связи по выходу $u = v(t)y$ с измеримой и ограниченной вещественной функцией $v(t)$, $t \in \mathbb{R}_+$. В результате подстановки выбранного управления в исходную систему получим уравнение с коэффициентами из того же класса, что и в (1), (2),

$$\dot{x} = (a(t) + b(t)v(t)c(t))x, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t \in \mathbb{R}_+. \quad (3)$$

В представленной работе на основании результатов работ С.Н. Поповой и Е.Л. Тонкова для уравнений вида (1), (2) сформулировано понятие равномерной согласованности на отрезке $[t_0, t_0 + \sigma]$, означающее, что при любом числе $t_0 \in \mathbb{R}_+$ существует величина $\alpha > 0$ такая, что для всякого числа $h \in \mathbb{R}$ найдется измеримая и ограниченная вещественная функция $v(t)$, удовлетворяющая оценке $\sup_{t \in [t_0, t_0 + \sigma]} |v(t)| \leq \alpha |h|$ и обеспечивающая разрешимость задачи управления

$$\begin{aligned} \dot{x} &= a(t)x + b(t)v(t)c(t)\tilde{x}(t, t_0), \\ x(t_0) &= 0, \quad x(t_0 + \sigma) = h, \end{aligned}$$

и установлено достаточное условие равномерной согласованности таких уравнений. Приведены примеры согласованных и несогласованных уравнений.

Рассмотренное в работе понятие равномерной согласованности в дальнейшем будет использовано для решения задачи глобального управления асимптотическими инвариантами уравнений (1) с наблюдателем (2). Кроме того, предложенный метод отыскания достаточного условия равномерной согласованности позволит в будущем распространить полученные результаты на случай линейных управляемых локально интегрируемых систем с наблюдателем малых размерностей.

Ключевые слова: *линейное управляемое уравнение, равномерная полная управляемость, равномерная согласованность, локальная интегрируемость, интегральная ограниченность, управление асимптотическими инвариантами линейных систем.*

About the Property of Uniform Coherency of Linear Control Locally Integrable Equations with Observer

A.A. Kozlov, A.D. Burak

Educational Establishment «Polotsk State University»

Let us consider a linear non-stationary control equation

$$\dot{x} = a(t)x + b(t)u, \quad x \in \mathbb{R}, \quad u \in \mathbb{R}, \quad t \in \mathbb{R}_+, \quad (1)$$

with observer

$$y = c(t)x, \quad y \in \mathbb{R}, \quad (2)$$

in which coefficients $a(t)$, $b(t)$ and $c(t)$ are Lebesgue locally integrable and integrally bounded scalar functions on the positive

semiaxis. Control of the system (1), (2) is constructed by the principle of a linear feedback of output $u = v(t)y$ with measure and bounded real function $v(t), t \geq 0$. As the result of the lookup of the selected control in the initial system we get equation with coefficients from the same class, as in (1), (2)

$$\dot{x} = (a(t) + b(t)v(t)c(t))x, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t \geq 0. \quad (3)$$

In the present work basing on results of S.N. Popova's and E.L. Tonkov's works for equations (1), (2) the notion of uniform coherency on segment $[t_0, t_0 + \sigma]$ is formulated that means that measure $\alpha > 0$ exists with each number $t_0 \geq 0$ such that for each number $h \in \mathbb{R}$ measure and bounded real function $v(t)$ can be found that satisfies the inequation $\sup_{t \in [t_0, t_0 + \sigma]} |v(t)| \leq \alpha \cdot |h|$ and provides the solvability of the problem of control

$$\begin{aligned} \dot{x} &= a(t)x + b(t)v(t)c(t)\tilde{x}(t, t_0), \\ x(t_0) &= 0, \quad x(t_0 + \sigma) = h, \end{aligned}$$

and sufficient condition of uniform coherency of this equations is established. Also examples of coherent and non-coherent equations are given.

The notion of uniform coherency that is considered in this research will be used in future for solving the problem of global control of asymptotic exponents of equations (1) with observer (2). Also the proposed method of finding the sufficient condition of uniform coherency allows to extend given results in case of linear control systems with observer with Lebesgue locally integrable and integrally bounded coefficients with observer of small dimensions.

Key words: linear control equation, uniform full controllability, uniform coherency, local integrability, integral boundness, control of asymptotic invariants of non-stationary linear systems.

Понятие равномерной согласованности было введено С.Н. Поповой и Е.Л. Тонковым в работах [1–4; см. также 5, с. 101–180]. Равномерная согласованность – это свойство нестационарных линейных систем с наблюдателем, которое позволяет эффективно решать задачи управления различными асимптотическими инвариантами таких систем. Поясним вышесказанное.

Пусть \mathbb{R}^m – векторное евклидово пространство размерности n с евклидовой нормой, т.е. нормой $\|x\| = \sqrt{x^T x}$ для всякого вектора $x \in \mathbb{R}^n$ (символ T означает операцию транспонирования); M_m – пространство вещественных $(m \times n)$ -матриц со спектральной (операторной) нормой

$$\|A\| = \sup_{\|x\|=1} \|Ax\|,$$

т.е. нормой, индуцируемой евклидовыми нормами в пространствах \mathbb{R}^m и \mathbb{R}^n ; $M_n := M_m$.

Рассмотрим линейную однородную дифференциальную систему с локально интегрируемыми по Лебегу и интегрально ограниченными коэффициентами

$$\dot{x} = A(t)x, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t \geq 0. \quad (1)$$

Интегральная ограниченность [6, с. 252] матрицы $A(\cdot)$ означает, что найдется такая величина $a > 0$, при которой для любого числа $t \geq 0$ выполняется неравенство $\int_t^{t+1} \|A(\tau)\| d\tau \leq a$, $a < \infty$.

Определение 1 [6, с. 247]. Преобразованием Ляпунова называется линейное преобразование $z = L(t)x$,

$(n \times n)$ -матрица $L(t)$ которого для всякого $t \geq 0$ обратима, абсолютно непрерывна и удовлетворяет условию

$$\|L(t)\| + \|L^{-1}(t)\| + \sup_{t \geq 0} \int_t^{t+1} \|L^{-1}(\tau) \dot{L}(\tau)\| d\tau < +\infty.$$

Определение 2 [5, с. 60]. Асимптотическим инвариантом $i(A)$ системы (1) называется такое свойство или величина, которое сохраняется под действием преобразования Ляпунова.

Примерами асимптотических инвариантов могут служить [5, с. 29–80] полная совокупность характеристических показателей Ляпунова, нижние показатели Перрона, свойства асимптотической устойчивости, приводимости и диагонализруемости системы (1) и многие другие.

Наряду с системой (1) рассмотрим линейную нестационарную управляемую систему

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

в которой матрицы $A(\cdot)$ и $B(\cdot)$ принадлежат (так же, как и в (1)) классу локально интегрируемых по Лебегу и интегрально ограниченных матричных функций. Замкнув эту систему при помощи линейной по фазовой переменной обратной связи

$$u = U(t)x, \quad (3)$$

где $U(t)$ – некоторая измеримая и ограниченная матричная функция, получим однородную систему

$$\dot{x} = (A(t) + B(t)U(t))x, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t \in \mathbb{R}^+ \quad (4)$$

Определение 3 [5, с. 182]. *Задачей глобального управления асимптотическим инвариантом $i(A + BU)$ системы (4) называется задача о нахождении такого измеримого и ограниченного управления (3), что система (4), замкнутая этим управлением, будет иметь наперед заданное значение этого инварианта.*

Например, рассматривая в данной задаче в качестве асимптотического инварианта полный спектр показателей Ляпунова системы (4), получим задачу глобального управления полной совокупностью характеристических показателей Ляпунова этой системы.

Е.Л. Тонковым было предложено решать задачи управления асимптотическими инвариантами системы (4) в предположении *равномерной полной управляемости* соответствующей ей системы (2).

Определение 4 [7]. *Система (2) называется равномерно вполне управляемой, если существуют такие числа $\sigma > 0$ и $\gamma > 0$, что для всякого начального момента времени $t_0 \geq 0$ и вектора начального состояния $x_0 \in \mathbb{R}^n$ найдется измеримое и ограниченное управление $u: [t_0, t_0 + \sigma] \rightarrow \mathbb{R}^m$, при каждом $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$ удовлетворяющее неравенству $Pu(t) \leq \gamma Px_0$ и решающее задачу управления в нуль ее начального состояния $x(t_0) = x_0$ на этом отрезке.*

Такой подход для систем (4) оказался достаточно эффективным и привел к получению многочисленных результатов (см., напр., [5]). Оказалось, что свойство равномерной полной управляемости системы (5) является достаточным условием для решения большинства задач теории управления асимптотическими инвариантами систем (4), т.е. при условии отсутствия наблюдателя.

Рассмотрим теперь линейную нестационарную управляемую систему

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad u \in \mathbb{R}^m, \quad t \in \mathbb{R}^+ \quad (5)$$

с наблюдателем

$$y = C^T(t)x, \quad y \in \mathbb{R}^r, \quad t \geq 0, \quad (6)$$

матрицы $A(\cdot)$, $B(\cdot)$, и $C(\cdot)$ которой локально интегрируемы по Лебегу и интегрально ограничены на положительной полуоси.

По словам классиков теории управления асимптотическими инвариантами линейных систем С.Н. Поповой и Е.К. Макарова, «введение наблюдателя в управляемую систему, не вызывающее принципиальных затруднений при решении задач оптимального управления на конечных отрезках времени, заметно усложнило управление асимптотическими инвариантами, например, характеристическими показателями Ляпунова, отвечающими за асимптотическую устойчивость системы. В этой связи адекватная постановка соответствующих задач требовала разработки новых методов управления асимптотическими инвариантами для таких систем» [5, с. 101].

На сегодняшний день разработаны, по-видимому, два основных способа решения задач управления асимптотическими инвариантами систем с наблюдателем. Первый метод, созданный Р. Калманом для стационарных управляемых систем (5), (6) (см., напр. [8, с. 274]), а затем обобщенный В.А. Зайцевым [9] на нестационарные управляемые системы, заключается в построении для системы (5), (6) так называемого *асимптотического идентификатора (системы асимптотической оценки состояния)* [8, с. 274] и предполагает интегрируемость с квадратом матриц $B(\cdot)$ и $C(\cdot)$. Другой метод, предложенный С.Н. Поповой и Е.Л. Тонковым, состоит в применении понятия, распространяющего представление о равномерной полной управляемости на системы с наблюдателем – *свойства равномерной согласованности* системы (5), (6).

Определение 5 [1; 5, с. 102]. *Система (5) называется равномерно согласованной, если найдутся числа $\sigma > 0$ и $l > 0$ такие, что для любого $t_0 \in \mathbb{R}^+$ и матрицы $G \in M_n$ существует измеримое и ограниченное управление $U_G: [t_0, t_0 + \sigma] \rightarrow M_{m \times n}$, удовлетворяющее неравенству $\|U_G\| \leq l \|G\|$ и обеспечивающее разрешимость относительно $Z(\cdot)$ задачи управления*

$$\begin{aligned} \dot{Z} &= A(t)Z + B(t)U_G(t)C^T(t)X(t, t_0), \\ Z(t_0) &= 0, \quad Z(t_0 + \sigma) = G, \end{aligned}$$

в которой $X(t, t_0)$ – матрица Коши однородной системы (1), т.е. системы (5) с нулевым управлением.

По поводу представленного свойства С.Н. Поповой было отмечено, что «детальное изучение свойств согласованных систем – необходимый фундамент для построения теории управления асимптотическими инвариантами линейных систем с наблюдателем, поскольку неконтролируемое искажение информации о состоянии системы несогласованным наблюдателем может полностью лишить всех возможностей для управления как ее показателями Ляпунова, так и другими асимптотическими характеристиками» [5, с. 101].

Метод исследования систем (5), (6) на наличие у них свойства равномерной согласованности, который предложен С.Н. Поповой и Е.Л. Тонковым, заключается в построении для этой системы так называемой

матрицы согласования [1; 5, с. 102–103],

$$\Gamma(\sigma, \tau) = \{\Gamma_{ij}(\sigma, \tau)\}_{i,j=1}^n, \quad \Gamma_{ij}(\sigma, \tau) = \{\gamma_{ijps}(\sigma, \tau)\}_{p,s=1}^n,$$

$$\gamma_{ijps}(\sigma, \tau) = \int_{\tau}^{\tau+\sigma} e_i^T X(\tau, t) B(t) (X(\tau, t) B(t))^T e_j e_p^T X^T(t, \tau) C(t) (X^T(t, \tau) C(t))^T e_s dt,$$

условием существования которой (так же, как и применимости в целом метода В.А. Зайцева [9]) является интегрируемость с квадратом матриц $B(\cdot)$ и $C(\cdot)$. В связи с этим в существующих на сегодняшний день работах [1–5] по управлению асимптотическими инвариантами, базирующихся на свойстве равномерной согласованности, коэффициенты рассматриваемых систем (5) с наблюдателем (6) принадлежат классу локально интегрируемых с **квадратом** функций. Отказ же от последнего условия делает фактически невозможным изучение на основе свойства равномерной согласованности вопросов управления асимптотическими инвариантами систем с наблюдателем, коэффициенты которых содержатся в более широких функциональных классах.

В данной статье рассмотрены линейные управляемые уравнения с локально интегрируемыми (**без интегрируемости с квадратом**) и интегрально ограниченными на положительной полуоси коэффициентами и наблюдателем. Для такого множества нестационарных уравнений по аналогии с работами [1–4] дано понятие равномерной согласованности, а также установлено достаточное условие равномерной согласованности таких уравнений.

Материал и методы. Рассмотрим линейное нестационарное управляемое уравнение

$$\dot{x} = a(t)x + b(t)u, \quad x \in \mathbb{R}, \quad u \in \mathbb{R}, \quad t \in \mathbb{R}_+, \quad (7)$$

с наблюдателем

$$y = c(t)x, \quad y \in \mathbb{R}, \quad (8)$$

и локально интегрируемыми по Лебегу и интегрально ограниченными функциями $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ и $c(\cdot)$.

Замыкая систему (7) при помощи линейной по фазовой переменной обратной связи

$$u = v(t)y,$$

где $v(t)$ – некоторая измеримая и ограниченная при всех $t \in \mathbb{R}_+$ вещественная функция, получим однородное уравнение

$$\dot{x} = (a(t) + b(t)v(t)c(t))x, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t \in \mathbb{R}_+, \quad (9)$$

коэффициенты которого также локально интегрируемы и интегрально ограничены. Управление u будем считать *допустимым*, если оно является измеримой и ограниченной на положительной полуоси скалярной функцией со значениями в \mathbb{R} .

Легко видеть, что решение однородного уравнения

$$\dot{x} = a(t)x, \quad t \in \mathbb{R}_+,$$

соответствующего уравнению (7), с начальным условием $x(t_0) = x_0$ имеет вид

$$x(t) = \exp\left(\int_{t_0}^t a(\tau) d\tau\right) \cdot x_0 =: \tilde{x}(t_0, t) \cdot x_0.$$

В соответствии с **определением 5** для $n = 1$, т.е. когда система (5) является уравнением (7), сформулируем

Определение 6. Уравнение (7) будем называть *согласованным на отрезке* $[t_0, t_0 + \sigma]$, если существует величина $\alpha > 0$ такая, что для всякого числа $h \in \mathbb{R}$ найдется допустимое управление $v(t)$, удовлетворяющее оценке

$$\sup_{t \in [t_0, t_0 + \sigma]} |v(t)| \leq \alpha \cdot |h| \quad (10)$$

и обеспечивающее разрешимость задачи управления

$$\dot{x} = a(t)x + b(t)v(t)c(t)\tilde{x}(t, t_0), \quad (11)$$

$$x(t_0) = 0, \quad x(t_0 + \sigma) = h, \quad (12)$$

и равномерно согласованным, если найдется такое $\sigma > 0$, что уравнение (7) согласовано на отрезке $[t_0, t_0 + \sigma]$ при любом $t_0 \in \mathbb{R}_+$.

Теорема. Если найдутся такие величины $\sigma > 0$ и $\beta > 0$, при которых для всякого числа $t_0 \in \mathbb{R}_+$ выполняется оценка

$$\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(\tau)c(\tau)| d\tau \leq \beta, \quad (13)$$

то уравнение (7) является равномерно согласованным.

Доказательство. Зафиксируем произвольное число $t_0 \in \mathbb{R}_+$. Тогда решение $x = x(t)$ уравнения (7) с начальным условием $x(t_0) = x_0$ и любой измеримой и ограниченной скалярной функцией $v = v(t)$, $t \in \mathbb{R}_+$, имеет вид

$$x(t) = \tilde{x}(t, t_0) \cdot x_0 + \int_{t_0}^t \tilde{x}(t, \tau) b(\tau) v(\tau) c(\tau) \tilde{x}(\tau, t_0) d\tau. \quad (14)$$

В силу определения функции $\tilde{x}(t, \tau)$, $t, s \in \mathbb{R}$, для любых $t, \tau, t_0 \in \mathbb{R}$ справедливы равенства

$$\tilde{x}(t, \tau) \tilde{x}(\tau, t_0) = \exp\left(\int_t^\tau a(\tau) d\tau\right) \cdot \exp\left(\int_\tau^{t_0} a(\tau) d\tau\right) = \exp\left(\int_t^{t_0} a(\tau) d\tau\right) = \tilde{x}(t, t_0).$$

Отсюда и из формулы (14) следует соотношение

$$x(t) = \tilde{x}(t, t_0) \left(x_0 + \int_{t_0}^t b(t) v(t) c(t) dt \right). \quad (15)$$

Зафиксируем произвольное число $h \in \mathbb{R}$ и рассмотрим на отрезке $[t_0, t_0 + \sigma]$ задачу управления (11), (12). Предположим, что выполняются условия данной теоремы. Тогда, пользуясь неравенством (13), найдем решение задачи управления (11), (12). Управление $v = v(t)$ на отрезке $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$ определим следующим образом:

$$v(t) = \text{sign}(b(t)) \cdot \text{sign}(c(t)) \cdot \tilde{x}(t_0, t_0 + \sigma) \cdot h \cdot \left(\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(t)c(t)| dt \right)^{-1}. \quad (16)$$

В силу условия (13) интеграл, стоящий в правой части последнего равенства, отличен от нуля, и поэтому функция $v = v(t)$ существует при всех $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$. Поскольку же функции-множители, входящие в правую часть управления v , являются измеримыми и ограниченными для всех $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$ вещественными функциями, то выбранное управление является допустимым.

Покажем теперь, что взятое управление обеспечивает разрешимость задачи управления (11), (12). Из соотношений (15), первого равенства в формуле (12) с учетом выбранной функции $v = v(t)$, $t \in [t_0, t_0 + \sigma]$, для решения $x(t)$ уравнения (11) в точке $t_0 + \sigma$ установим цепочку равенств

$$\begin{aligned} x(t_0 + \sigma) &= \tilde{x}(t_0 + \sigma, t_0) \times \\ &\times \left(0 + \int_{t_0}^{t_0 + \sigma} (b(t) \cdot c(t)) \cdot (\text{sign}(b(t)) \cdot \text{sign}(c(t))) \cdot \tilde{x}(t_0, t_0 + \sigma) \cdot h dt \cdot \left(\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(t)c(t)| dt \right)^{-1} \right) = \\ &= \tilde{x}(t_0 + \sigma, t_0) \cdot \tilde{x}(t_0, t_0 + \sigma) \cdot \left(\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(t)c(t)| dt \cdot \left(\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(t)c(t)| dt \right)^{-1} \right) \cdot h = h. \end{aligned}$$

Следовательно, выбранное управление (16) является решением задачи управления (11), (12). Найдем теперь оценку на такое управление. На основании формулы (13), верных при всяком $t \in \mathbb{R}$ очевидных соотношений $|\text{sign}(b(t))| \leq 1$ и $|\text{sign}(c(t))| \leq 1$, с учетом неравенства $|\tilde{x}(t, s)| \leq \exp(a)$, $t, s \in [t_0, t_0 + \sigma]$, где $a := \sup_{t \geq 0} \int_t^{t+\sigma} |a(\tau)| d\tau$, вытекающего из определения функции $\tilde{x}(t, s)$ и интегральной ограниченности функции $a(t)$, $t \in \mathbb{R}$, имеют место следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \sup_{t \in [t_0, t_0 + \sigma]} |v(t)| &= \sup_{t \in [t_0, t_0 + \sigma]} |\text{sign}(b(t)) \cdot \text{sign}(c(t)) \cdot \tilde{x}(t_0, t_0 + \sigma) \cdot h \cdot \left(\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(t)c(t)| dt \right)^{-1}|, \\ &\leq \sup_{t \in [t_0, t_0 + \sigma]} |(1 \cdot 1 \cdot \exp(a) \cdot h) \cdot \beta^{-1}| = (\exp(a) / \beta) \cdot |h|. \end{aligned}$$

Положив $\alpha := \exp(a) / \beta$, установим, что выбранное управление удовлетворяет неравенству (10), и поэтому уравнение (7) является согласованным. Теорема доказана.

Приведем примеры согласованных и несогласованных уравнений.

Пример 1. Рассмотрим уравнение с наблюдателем

$$\begin{aligned} \dot{x} &= b(t)u, \quad x \in \mathbb{R}, \quad u \in \mathbb{R}, \quad t \in \mathbb{R}, \\ y &= b(t-1)x \end{aligned}$$

и функцией $b(t)$, $t \in \mathbb{R}$, имеющей вид

$$b(t) = 1, \quad t \in [2k, 2k+1], \quad b(t) = 0, \quad t \in [2k+1, 2k+2], \quad k \in \mathbb{Z}.$$

Это уравнение не является согласованным ни на каком отрезке $[t_0, t_0 + \sigma]$, поскольку при всяком $\sigma > 0$ и $t_0 \in \mathbb{R}$ выполняется равенство

$$\int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |b(t)b(t-1)| dt = \int_{t_0}^{t_0 + \sigma} |1 \cdot 0| dt = 0.$$

З а м е ч а н и е 1. Представленное уравнение не является согласованным ни на каком отрезке $[t_0, t_0 + \sigma]$ и согласно методу, предложенному С.Н. Поповой и Е.Л. Тонковым [1; 5, с. 110].

Пример 2. Рассмотрим на отрезке $[0, 1]$ уравнение

$$\dot{x} = \frac{1}{\sqrt{t}} u, \quad t \in [0, 1], \quad (17)$$

с наблюдателем

$$y = \frac{1}{\sqrt[3]{t}} x. \quad (18)$$

В силу доказанной нами теоремы это уравнение является согласованным на рассматриваемом отрезке, поскольку справедливы соотношения

$$\int_0^1 \left| \frac{1}{\sqrt{t}} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{t}} \right| dt = 6 \cdot (\sqrt[6]{1} - \sqrt[6]{0}) = 6.$$

З а м е ч а н и е 2. Доказательство согласованности уравнения (17), (18) на отрезке $[0, 1]$ методом, предложенным С.Н. Поповой и Е.Л. Тонковым, невозможно, ввиду невозможности построения для такого уравнения матрицы согласования (функция, являющаяся произведением $b(t) = \frac{1}{\sqrt{t}}$ и $c(t) = \frac{1}{\sqrt[3]{t}}$ не интегрируема с квадратом на отрезке $[0, 1]$) – инструмента для определения наличия или отсутствия свойства согласованности (см. по этому поводу теорему 6.1 монографии [5] или статью [1]).

Заключение. Полученные в данной работе утверждения позволяют изучать наличие свойства равномерной согласованности у линейных управляемых уравнений с наблюдателем и разрывными и быстро осциллирующими коэффициентами, а также допускают свое распространение на линейные управляемые быстро изменяющиеся системы с наблюдателем малых размерностей. Необходимость и важность таких результатов обусловлена тем, что свойство равномерной согласованности является одним из основных инструментов при решении задач глобального управления асимптотическими инвариантами линейных управляемых систем с наблюдателем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Ф16М-005).

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова, С.Н. Управление показателями Ляпунова согласованных систем. I / С.Н. Попова, Е.Л. Тонков // Дифференц. уравнения. – 1994. – Т. 30, № 10. – С. 1687–1696.
2. Попова, С.Н. Управление показателями Ляпунова согласованных систем. II / С.Н. Попова, Е.Л. Тонков // Дифференц. уравнения. – 1994. – Т. 30, № 11. – С. 1949–1957.
3. Попова, С.Н. Управление показателями Ляпунова согласованных систем. III / С.Н. Попова, Е.Л. Тонков // Дифференц. уравнения. – 1995. – Т. 31, № 2. – С. 228–238.
4. Попова, С.Н. К вопросу о равномерной согласованности линейных систем / С.Н. Попова, Е.Л. Тонков // Дифференц. уравнения. – 1995. – Т. 31, № 4. – С. 723–724.
5. Макаров, Е.К. Управляемость асимптотических инвариантов нестационарных линейных систем / Е.К. Макаров, С.Н. Попова. – Минск: Беларус. навукa, 2012. – 407 с.
6. Былов, Б.Ф. Теория показателей Ляпунова и ее приложения к вопросам устойчивости / Б.Ф. Былов, Р.Э. Виноград, Д.М. Гробман, В.В. Немыцкий. – М., 1966. – 576 с.
7. Тонков, Е.Л. Критерий равномерной управляемости и стабилизации линейной рекуррентной системы / Е.Л. Тонков // Дифференц. уравнения. – 1979. – Т. 15, № 10. – С. 1804–1813.
8. Андреев, Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами / Ю.Н. Андреев. – М.: Наука, 1976. – 424 с.
9. Зайцев, В.А. Ляпуновская приводимость и стабилизация нестационарных систем с наблюдателем / В.А. Зайцев // Дифференц. уравнения. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 432–442.

REFERENCES

1. Popova S.N., Tonkov E.L. Control over Lyapunov exponents of coherence systems. I // Differencial'nye Uravneniya, 1994, Vol. 30, № 10, pp. 1687–1696 (in Russian).
2. Popova S.N., Tonkov E.L. Control over Lyapunov exponents of coherence systems. II // Differencial'nye Uravneniya, 1994, Vol. 30, № 11, pp. 1949–1957 (in Russian).
3. Popova S.N., Tonkov E.L. Control over Lyapunov exponents of coherence systems. III // Differencial'nye Uravneniya, 1995, Vol. 31, № 4, pp. 228–238 (in Russian).
4. Popova S.N., Tonkov E.L. On problem of uniform coherency of linear systems // Differencial'nye Uravneniya, 1995, Vol. 31, № 4, pp. 723–724 (in Russian).
5. Makarov E.K., Popova S.N. Upravlyaemost' asimptoticheskikh invariantov nestatsionarnykh lineinykh sistem (Controllability of asymptotic invariants of non-stationary linear systems). – Minsk: Belarus. navuka, 2012. – 407 p.
6. Bylov B.F., Vinograd R.E., Grobman D.M., Nemytskii V.V. Teoriya pokazatelei Lyapunova i ee prilozheniya k voprosam ustoychivosti (Theory of Lyapunov exponents and its application to problems of stability). – Moscow: Nauka, 1966. – 576 p.
7. Tonkov E.L. A criterion for uniform controllability and stabilization of a linear recurrent system // Differencial'nye Uravneniya, 1979, Vol. 15, № 10, pp. 1804–1813 (in Russian).
8. Andreev Yu. N. Upravlenie konechnomernymi lineinymi ob'ektami (Control over finite-dimensional linear objects). – Moscow: Nauka, 1976. – 424 p.
9. Zaitsev V.A. Lyapunov reducibility and stabilization of non-stationary systems with the observer // Differencial'nye Uravneniya, 2010, Vol. 46, № 3, pp. 432–442 (in Russian).

Поступила в редакцию 26.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: kozlova@tut.by – Козлов А.А.

Идемпотентные полугруппы линейных отношений

М.И. Наумик, Т.К. Петрова

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

В настоящей статье изучаются идемпотентные полугруппы линейных отношений, т.е. частичные многозначные линейные преобразования конечномерного векторного пространства над полем.

Цель работы – получение строения идемпотентных полугрупп линейных отношений.

Материал и методы. Применяются методы общей алгебры и линейной алгебры, а также методы теории полугрупп для изучения идемпотентных полугрупп линейных отношений.

Результаты и их обсуждение. Пусть V – произвольное конечномерное векторное пространство над полем. Для того чтобы множество идемпотентных линейных отношений было полугруппой левых нулей, необходимо и достаточно, чтобы совпадали вторые проекции и коядра. Аналогично, для того чтобы множество идемпотентов линейных отношений было полугруппой правых нулей, необходимо и достаточно, чтобы совпали их первые проекции и ядра. Доказано, что любая идемпотентная полугруппа линейных отношений есть конечная полурешетка прямоугольных полугрупп.

Заключение. Результаты можно применять в дальнейшем для изучения полугрупп идемпотентов линейных отношений, т.е. для коммутативных полугрупп идемпотентов и медиальных полугрупп идемпотентов линейных отношений, а также для инверсных полугрупп линейных отношений.

Ключевые слова: линейные отношения, идемпотент, полурешетка, решетка.

Idempotent Semigroups of Linear Relations

M.I. Naumik, T.K. Petrova

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

Idempotent semigroups of linear relations, i.e. partial multivalued linear transformations of finite vector space over the field, are studied in the article.

The purpose is to obtain the composition of idempotent semigroups of linear relations.

Material and methods. Methods of general algebra and linear algebra are used as well as methods of the semigroup theory for the study of idempotent semigroups of linear relations.

Findings and their discussion. Let V be an arbitrary finite vector space over the field. For the multitude of idempotent linear relations to be a semigroup of left nils, it is necessary and sufficient that secondary projections and co-nuclei should coincide. Similarly, for the multitude of idempotents of linear relations to be a semigroup of right nils, it is necessary and sufficient that their first projections and nuclei should coincide. It is proven that any idempotent semigroup of linear relations is a finite semigrate of rectangular semigroups.

Conclusion. The results can be further applied in studying semigroups of idempotents of linear relations, i.e. for commutation semigroups of idempotents and medial semigroups of idempotents of linear relations as well as for inverse semigroups of linear relations.

Key words: linear relations, idempotent, semigrate, grate.

Полугруппа называется идемпотентной (используется также термин «связка»), если она удовлетворяет тождеству $a^2 = a$.

Как известно, на каждой идемпотентной полугруппе отношение $a \leq b$, вводимое посредством условия $ab = ba = a$, определяет порядок. Мы всегда будем именно в этом смысле писать знак неравенства между элементами идемпотентной полугруппы.

Очевидно, что идемпотентная полугруппа коммутативна только в том случае, когда соответствующее упорядоченное множество является нижней полурешеткой. Еще один важный класс составляют полугруппы идемпотентов, порядок на которых совпадает с равенством. Это вполне простые полугруппы идемпотентов и называются прямоугольными. Частными случаями прямоугольных являются сингулярные полугруппы – правосингулярные (или полугруппы правых нулей) и левосингулярные (или полугруппы левых нулей).

Важную роль полурешеток и прямоугольных полугрупп во многом определяет следующий известный результат. Пусть S – произвольная идемпотентная полугруппа. Отношение D , удовлетворяющее для $a, b \in S$ условию $(a, b) \in D \Leftrightarrow aba = a \wedge bab = b$, является конгруэнцией на S . Факторполугруппа S/D , обозначаемая в дальнейшем через S^0 , есть полурешетка, а классы конгруэнтности суть максимальные прямоугольные полугруппы в S .

Материал и методы. Пусть V – n -мерное векторное пространство над полем F . Напомним, что линейным отношением на V называется подпространство пространства $V \oplus V$. Множество всех линейных отношений на V с операцией умножения является полугруппой, которая обозначается $LR(V)$ [1; 2].

Пусть $a \in LR(V)$. Положим

$$pr_1 a = \{x \in V / (\exists y \in V), (x, y) \in a\}; \quad \ker a = \{x \in V / (x, 0) \in a\};$$

$$pr_2 a = \{y \in V / (\exists x \in V), (x, y) \in a\}; \quad \text{coker} a = \{y \in V / (0, y) \in a\}.$$

Ясно, что $\ker a \in pr_1 a$ и $\text{coker} a \subseteq pr_2 a$.

Лемма [3]. Каждое линейное отношение a индуцирует изоморфизм $\bar{a} : pr_1 a / \ker a \cong pr_2 a / \text{coker} a$, определяемый равенством $(x + \ker a)\bar{a} = y + \text{coker} a$ для каждой пары $(x, y) \in a$.

Ранг линейного отношения $a \in LR(V)$ определяется формулой $\text{rank} a = \dim(pr_1 a) - \dim(\ker a)$.

Согласно предыдущей лемме $\text{rank} a = \dim(pr_2 a) - \dim(\text{coker} a)$.

Обозначим полугруппу $S \subseteq LR(V)$ и $Pr_1 S = \sum_{a \in S} pr_1 a$, $Pr_2 S = \sum_{a \in S} pr_2 a$,

$$\ker S = \sum_{a \in S} \ker a, \quad \text{coker} S = \sum_{a \in S} \text{coker} a.$$

Если a – идемпотент, то для любого подпространства $V_0 \subseteq V$, $pr_1 a = V_0 \oplus \ker a$, $pr_2 a = V_0 + \text{coker} a$ имеем $(x, x) \in a$ для любого $x \in V_0$.

Если $V_0, V_1 \in V$ подпространства пространства V , то линейное отношение $(V_0, V_1) = \{(x, y) / x \in V_0, y \in V_1\}$.

Полугруппу из $LR(V)$ будем называть полугруппой линейных отношений степени n , если n размерность пространства V .

Результаты и их обсуждение. Данная работа обобщает [4; 5].

Теорема 1. Пусть V – произвольное конечномерное векторное пространство над полем F . Для того чтобы множество идемпотентов $S \subseteq LR(V)$ было левосингулярной (полугруппой левых нулей) полугруппой, необходимо и достаточно, чтобы совпали их вторые проекции и коядра.

Доказательство. Пусть $S \subseteq LR(V)$ – идемпотентная полугруппа линейных отношений и $a, b \in S$, т.е. $ab = a$, $ba = b$. Отсюда имеем $pr_2 a \subseteq pr_2 b$, $pr_2 b \subseteq pr_2 a$, т.е. $pr_2 a \subseteq pr_2 b$ и $\text{coker} b \subseteq \text{coker} a$, $\text{coker} a \subseteq \text{coker} b$, т.е. $\text{coker} a = \text{coker} b$.

Обратно, пусть $S \subseteq LR(V)$ идемпотентная полугруппа линейных отношений и $a, b \in S$, т.е. $pr_2 a = pr_2 b$ и $\text{coker} a = \text{coker} b$. Имеем $\text{rank} a = \dim(pr_2 a) - \dim(\text{coker} a) = \dim(pr_2 b) - \dim(\text{coker} b) = \text{rank} b$. Существует подпространство $V_0 \subseteq V$ такое, что $pr_1 a = V_0 \oplus \ker a$, $pr_2 a = V_0 \oplus \text{coker} a$, $pr_1 b = V_0 \oplus \ker b$, $pr_2 b = V_0 \oplus \text{coker} b$ и для любого $x \in V_0$ имеем $(x, x) \in a$ и $(x, x) \in b$. Отсюда следует, что $ab = a$, т.е. полугруппа S есть полугруппа левых нулей. Теорема доказана.

Теорема 2. Пусть V – произвольное конечномерное векторное пространство над полем F . Для того чтобы множество идемпотентов $S \subseteq LR(V)$ было правосингулярной (полугруппой правых нулей) полугруппой, необходимо и достаточно, чтобы совпадали их первые проекции и ядра.

Доказательство. Аналогично теореме 1.

Теорема 3. Если S – идемпотентная полугруппа линейных отношений степени n , то длина любой цепи в S^0 не превосходит n .

Доказательство. Пусть V – n -мерное векторное пространство над полем F , S – идемпотентная полугруппа линейных отношений степени n и Δ – идемпотентная прямоугольная полугруппа линейных отношений. Для любых $a, b \in \Delta$ имеем: $\text{rank} a = \text{rank}(aba) \leq \text{rank} b$; $\text{rank}(bab) \leq \text{rank} a$. Следовательно, ранги всех линейных отношений в Δ совпадают. Поэтому можно определить ранг прямоугольной полугруппы Δ : $\text{rank} \Delta = \text{rank} a$ для любого $a \in \Delta$.

Рассмотрим теперь такие прямоугольные компоненты $\Delta_0, \Delta_1 \in S^0$, что $\Delta_0 < \Delta_1$. Если $a \in \Delta_0, b \in \Delta_1$, то идемпотент $c = bab \in \Delta_0$ служит нулем для b . Из равенства $cb = bc = c$ вытекают включения $pr_1 c \subseteq pr_1 b$, $pr_2 c \subseteq pr_2 b$, $\ker b \subseteq \ker c$, $\text{coker} b \subseteq \text{coker} c$. Поскольку $c \neq b$, очевидно, что эти включения строгие. Поэтому $\text{rank} \Delta_0 = \text{rank} c = \dim(pr_2 c) - \dim(\text{coker} c) < \dim(pr_2 b) - \dim(\text{coker} b) = \text{rank} b = \text{rank} \Delta_1$.

Отсюда следует утверждение теоремы.

Докажем основную теорему.

Теорема 4. Любая идемпотентная полугруппа линейных отношений есть конечная полурешетка прямоугольных полугрупп.

Доказательство. Пусть S – любая фиксированная идемпотентная полугруппа из $LR(V)$. Докажем конечность полурешетки S^D . Поскольку ограниченность длин цепей в S^D установлена в предыдущей теореме, осталось показать, что мощность множества прямоугольных компонент, покрывающих произвольную данную компоненту, ограничена некоторым натуральным числом.

Пусть Δ_0 – произвольная прямоугольная компонента полугруппы S и компонента Δ_1 покрывает Δ_0 в полурешетке S^D . Возьмем произвольный элемент $b \in \Delta_1$ и покажем, что хотя бы одно из линейных отношений $b_1 = b \cap (\ker \Delta_0; V)$, $b_2 = b \cap (V / \text{Pr}_1 \Delta_0; V)$ является линейным отношением ненулевого ранга. Допустим противное. Отсюда следует, что $\beta \in \Delta_0$, и это противоречит исходному неравенству $\Delta_0 < \Delta_1$.

Рассмотрим множество $\{\Delta_v / v \in A\}$ всех компонент, покрывающих Δ_0 . Выберем по одному представителю $b_v \in \Delta_v$ и определим идемпотенты $\delta_v = b_v \cap (\ker \Delta_0 \times V / \text{Pr}_1 \Delta_0; V)$.

Так как $\Delta_0 \cap (\ker \Delta_0 \times V / \text{Pr}_1 \Delta_0; V)$ – линейное отношение ненулевого ранга а $b_\mu \cdot b_\nu; b_\nu \cdot b_\mu \in \Delta_0$ для любых различных $\mu, \nu \in A$, имеем $\delta_\mu \cdot b_\nu, b_\nu \cdot \delta_\mu$ – линейные отношения ненулевого ранга. В силу ранее доказанного все b_ν имеют ненулевой ранг и, следовательно, различные, т.е. отображение $b_\nu \rightarrow \delta_\nu$ взаимно-однозначно. Но число попарно «ортогональных» идемпотентов ненулевого ранга не может превосходить размерность пространства. Теорема доказана.

Замечание. В доказательстве этой теоремы вместо b_1 и b_2 можно было брать линейные отношения b'_1 и b'_2 такие, что $b'_1 = b \cap (V; \text{coker } \Delta_0)$, $b'_2 = b \cap (V; \text{coker } \Delta_0)$.

Заключение. В работе дано строение идемпотентной полугруппы линейных отношений конечномерного векторного пространства над полем. Одновременно доказаны теоремы 1 и 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sneperman, L.B. The Shur theorem for periodic semigroups of linear relation / L.B. Sneperman // Semigroups Forum. – 1982. – Vol. 25. – S. 203–211.
2. Наумик, М.И. Полугруппа линейных отношений / М.И. Наумик // Докл. НАН Беларуси. – 2004. – Т. 48, № 3. – С. 34–37.
3. Маклейн, С. Алгебра аддитивных отношений / С. Маклейн // Сб. переводов. Математика. – 1963. – № 7:6. – С. 1–12.
4. Коряков, И.О. Матричные полугруппы идемпотентов / И.О. Коряков // XIII Всесоюз. алгебр. Симпозиум: тез. докл. – Гомель, 1975. – С. 219–222.
5. Коряков, И.О. Линейные полугруппы идемпотентов / И.О. Коряков // Матем. зап. Урал. ун-та. – Т. 11, № 1(1978). – С. 54–96.

REFERENCES

1. Sneperman, L.B. The Shur theorem for periodic semigroups of linear relation / L.B. Sneperman // Semigroups Forum. – 1982. – Vol. 25. – S. 203–211.
2. Naumik M.I. *Dokladi NAN Belarusi* [Reports of NASC of Belarus], 2004, 48(3), pp. 34–37.
3. Maclein S. *Sb. perevodov. Matematika* [Collection of Translations. Mathematics], 1963, 7:6, pp. 1–12.
4. Koriakov I.O. *XIII Vsesoyuzn. algebr. simpozium. Tez. dokl.* [XIII Union Algebra Symposium. Abstracts of reports], Gomel, 1975, pp. 219–222.
5. Koriakov I.O. *Matem. zap. Ural. un-ta* [Mathem. Abstracts of Ural University], 11(1), 1978, pp. 54–96.

Поступила в редакцию 08.09.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: naumik@tut.by – Наумик М.И.

Роль расходящихся степенных рядов в некоторых алгоритмах приближенного аналитического решения алгебраических уравнений

Ю.В. Трубников, М.М. Чернявский, А.М. Воронов

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

В настоящее время существует незначительное число алгоритмов приближенного аналитического решения алгебраических уравнений через их коэффициенты. Еще менее известны приближенные аналитические формулы для нахождения решения через коэффициенты уравнения.

Цель статьи – разработать новый прямой алгоритм нахождения корня алгебраического уравнения через его коэффициенты.

Материал и методы. Материалами исследования были прямые алгоритмы приближенного нахождения корней алгебраических уравнений. Использованы методы математического анализа и система компьютерной математики Maple 2015.

Результаты и их обсуждение. Основным источником для получения формул приближенного аналитического нахождения решения алгебраических уравнений является теорема 1. Данная теорема раскрывает связь между минимальным по модулю решением алгебраического уравнения и отношением соседних слагаемых степенного ряда, составленного для функции $1/f(x)$.

Получен явный аналитический вид некоторых формул приближенного нахождения минимального по модулю решения алгебраического уравнения третьей степени.

Заключение. Предложен новый алгоритм для получения формул приближенного нахождения наименьшего по модулю корня алгебраического уравнения третьей степени через его коэффициенты. Полученные формулы имеют простой вид и удобны для использования на практике. Применяя предложенный в статье алгоритм, можно получить формулы приближенного нахождения решения алгебраических уравнений более высоких степеней.

Ключевые слова: алгебраические уравнения, приближенное решение, расходящийся ряд.

Role of Divergent Power Series in Some Algorithms of the Approached Analytical Solution of the Algebraic Equations

Yu.V. Trubnikov, M.M. Chernyavsky, A.M. Voronov

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

Currently there is an insignificant quantity of algorithms of the approached analytical solution of the algebraic equations through their coefficients. The approached analytical formulas for solution determination through equation coefficients are even less known.

The purpose of the article is to receive new direct algorithm of determination of the solution of the algebraic equation through its coefficients.

Material and methods. Direct algorithms of the approached determination of solutions of the algebraic equations were research materials. Methods of the mathematical analysis and System of computer mathematics Maple 2015 were used in the research.

Findings and their discussion. The basic source for deriving of formulas of the approached analytical determination of a solution of the algebraic equations is the theorem 1. The given theorem open relation between minimum modulo a solution of the algebraic equation and the ration of the next items of the ascending power series made for function $1/f(x)$.

The explicit analytical form of some formulas of the approached determination minimum modulo solutions of the algebraic equation of the third degree is received.

Conclusion. The new algorithm for deriving of formulas of the approached determination of the least modulo the radical of the algebraic equation of the third degree through its coefficients is offered. The formulas obtained have a simple form and are convenient for use in practice. Using the algorithm offered in article, it is possible to receive formulas of the approached determination of a solution of the algebraic equations of higher degrees.

Key words: algebraic equations, approximate solution, divergent series.

Вопросы получения формул приближенного нахождения решений алгебраических уравнений через коэффициенты данных уравнений возникают уже не одно столетие. Одной из причин тому является невозможность получения точного аналитического выражения корней алгебраического уравнения пятой и более высоких степеней через его коэффициенты (теорема Абеля) [1, с. 103]. Тем не менее до настоящего времени математиками было получено незначительное число прямых алгоритмов нахождения приближенного решения алгебраических уравнений, выраженного через коэффициенты исходного уравнения. Среди данных алгоритмов следует отметить, например, алгоритм Бернулли нахождения наибольшего по модулю решения алгебраического уравнения и «г/ф-алгоритм», предлагаемый В.И. Шмойловым [2]. Последний алгоритм позволяет получать приближенное решение в виде цепной дроби, что не всегда удобно для использования на практике. Алгоритм Бернулли [2, с. 33] также не дает готовых формул для нахождения искомого приближенного решения уравнения и применим не ко всем произвольным алгебраическим уравнениям. Таким образом, получение более простых формул приближенного нахождения решений алгебраических уравнений через коэффициенты данных уравнений является актуальной задачей.

Цель статьи – разработать новый прямой алгоритм нахождения корня алгебраического уравнения через его коэффициенты.

Материал и методы. Материалом исследования являются прямые алгоритмы приближенного нахождения корней данных уравнений. Методы исследования: методы математического анализа с использованием системы компьютерной математики Maple 2015.

Результаты и их обсуждение. В теории разложения функций комплексного аргумента в степенные ряды возникает следующая теорема, которая играет важную роль в построении некоторых алгоритмов приближенного нахождения решения алгебраических уравнений.

Теорема 1. Пусть $f(x)$ – многочлен комплексного аргумента степени n , и пусть разложение функции

$\frac{1}{f(x)}$ в ряд Тейлора [3, с. 177] имеет вид (1):

$$\frac{1}{f(x)} = \sum_{k=0}^{\infty} c_k x^k. \quad (1)$$

Тогда если $f(x)$ имеет только один минимальный по модулю корень, например, $|x_1| < |x_2| \leq |x_3| \leq \dots \leq |x_n|$, то в минимальной по модулю точке x_1 расхождения ряда (1) предел отношения соседних слагаемых ряда (1) стремится к единице с увеличением их порядкового номера, то есть справедливо выражение (2):

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{c_m x^m}{c_{m+1} x^{m+1}} = 1. \quad (2)$$

Доказательство. Сначала рассмотрим простейший случай, когда $f(x)$ является квадратным полиномом, имеющим корни x_1 и x_2 , причем $|x_1| < |x_2|$. После разложения на множители $f(x)$ принимает вид (3):

$$f(x) = (x - x_1)(x - x_2). \quad (3)$$

Разложим $\frac{1}{f(x)} = \frac{1}{(x - x_1)(x - x_2)}$ в ряд Тейлора вида (1) и, введя замену $x_1 = \frac{x_1}{x_2} x_2 = t x_2$, вычислим отношение третьего слагаемого ряда (1) к четвертому в точке x_1 :

$$\frac{c_3 x_1^3}{c_4 x_1^4} = \frac{c_3}{c_4 x_1} = \frac{(t+1)(t^2+1)}{t^4 + t^3 + t^2 + t + 1}.$$

Для большей наглядности представим последнюю дробь в виде разложения в ряд Тейлора по переменной t :

$$\frac{c_3}{c_4 x_1} = 1 - t^4 + t^5 - t^9 + t^{10} - t^{14} + t^{15} - t^{19} + t^{20} - t^{24} + t^{25} - \dots \quad (4)$$

Проведем аналогичные вычисления для отношения четвертого слагаемого ряда (1) к пятому, пятого к шестому и восемнадцатого к девятнадцатому:

$$\frac{c_4}{c_5 x_1} = \frac{(t^4 + t^3 + t^2 + t + 1)}{(t+1)(t^2 + t + 1)(t^2 - t + 1)} = 1 - t^5 + t^6 - t^{11} + t^{12} - t^{17} + t^{18} - \dots \quad (5)$$

$$\frac{c_5}{c_6 x_1} = \frac{(t+1)(t^2 + t + 1)(t^2 - t + 1)}{t^6 + t^5 + t^4 + t^3 + t^2 + t + 1} = 1 - t^6 + t^7 - t^{13} + t^{14} - t^{20} + t^{21} - \dots \quad (6)$$

$$\frac{c_{18} x_1^{18}}{c_{19} x_1^{19}} = \frac{c_{18}}{c_{19} x_1} = 1 - t^{19} + t^{20} - t^{39} + t^{40} + \dots \quad (7)$$

Поскольку $|t| < 1$, то из выражений (4)–(7) отчетливо видно, что предел отношения соседних слагаемых ряда (1) стремится к единице с увеличением их порядкового номера, что в свою очередь доказывает справедливость теоремы 1.

То есть доказательство носит вычислительный характер.

Отталкиваясь от вышеуказанных рассуждений, осуществим доказательство справедливости теоремы 1 для случая, когда $f(x)$ является кубическим полиномом, имеющим корни x_1, x_2, x_3 , причем $|x_1| < |x_2| \leq |x_3|$.

После разложения на множители $f(x)$ принимает вид (8):

$$f(x) = (x - x_1)(x - x_2)(x - x_3). \quad (8)$$

Разложим $\frac{1}{f(x)} = \frac{1}{(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)}$ в ряд Тейлора вида (1) и, введя замену $x_1 = \frac{x_1}{x_3} x_3 = t_1 x_3$,

$x_2 = \frac{x_2}{x_3} x_3 = t_2 x_3$, вычислим отношение третьего слагаемого ряда (1) к четвертому в точке x_1 и представим его

в виде разложения в ряд Тейлора по переменной t_1 :

$$\begin{aligned} \frac{c_3 x_1^3}{c_4 x_1^4} = \frac{c_3}{c_4 x_1} &= 1 - \frac{t_2^4 + t_2^3 + t_2^2 + t_2 + 1}{t_2^4} t_1^4 + \frac{(t_2^4 + t_2^3 + t_2^2 + t_2 + 1)(t_2 + 1)}{t_2^5} t_1^5 - \\ &- \frac{t_2^4 + t_2^3 + t_2^2 + t_2 + 1}{t_2^4} t_1^6 - \frac{(t_2^4 + t_2^3 + t_2^2 + t_2 + 1)(t_2^2 + t_2 + 1)(t_2^2 - t_2 + 1)}{t_2^9} t_1^9 + \dots \end{aligned} \quad (9)$$

Проведем аналогичные вычисления для отношения четвертого слагаемого ряда (1) к пятому, шестому к седьмому и восемнадцатого к девятнадцатому:

$$\begin{aligned} \frac{c_4 x_1^4}{c_5 x_1^5} &= 1 - \frac{(t_2^2 + t_2 + 1)(t_2^2 - t_2 + 1)(t_2 + 1)}{t_2^5} t_1^5 + \frac{(t_2 + 1)^2 (t_2^2 + t_2 + 1)(t_2^2 - t_2 + 1)}{t_2^6} t_1^6 - \\ &- \frac{(t_2 + 1)(t_2^2 + t_2 + 1)(t_2^2 - t_2 + 1)}{t_2^6} t_1^7 + \dots \end{aligned} \quad (10)$$

$$\frac{c_4 x_1^6}{c_5 x_1^7} = 1 - \frac{(t_2 + 1)(t_2^2 + 1)(t_2^4 + 1)}{t_2^7} t_1^7 + \frac{(t_2 + 1)^2 (t_2^2 + 1)(t_2^4 + 1)}{t_2^8} t_1^8 - \dots \quad (11)$$

$$\frac{c_{18} x_1^{18}}{c_{19} x_1^{19}} = 1 - \frac{(t_2 + 1)(t_2^2 + 1)(t_2^4 + t_2^3 + t_2^2 + t_2 + 1)(t_2^8 - t_2^6 + t_2^4 - t_2^2 + 1)}{t_2^{19}} t_1^{19} + \dots \quad (12)$$

Поскольку $|t_1| < 1$ и $|t_1| < |t_2|$, то из выражений (9)–(12) отчетливо видно, что предел отношения соседних слагаемых ряда (1) стремится к единице с увеличением их порядкового номера, что в свою очередь доказывает справедливость теоремы 1 для случая кубического полинома.

Аналогичным вычислительным образом можно доказать справедливость теоремы 1 для алгебраического полинома четвертой степени.

Сама по себе теорема 1 имеет высокое прикладное значение и является источником для построения цепочки формул, позволяющих приближенно находить минимальный по модулю корень алгебраического уравнения через его коэффициенты. Ниже будет приведен алгоритм получения данных формул и представлен явный вид некоторых из них для случая кубического уравнения и уравнения четвертой степени, а также на конкретных примерах будет показана их эффективность.

Пусть

$$f(x) = x^3 + ax^2 + bx + c.$$

Разложим функцию $\frac{1}{f(x)}$ в ряд Тейлора:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f(x)} &= \frac{1}{c} - \frac{b}{c^2}x + \left(\frac{b^2}{c^3} - \frac{a}{c^2}\right)x^2 + \left(\frac{(ac-b^2)b}{c^4} + \frac{ba}{c^3} - \frac{1}{c^2}\right)x^3 + \\ &+ \left(\frac{(c^2-2abc+b^3)b}{c^5} + \frac{(ac-b^2)a_3}{c^4} + \frac{b}{c^3}\right)x^4 + \\ &+ \left(\frac{(c^2-2abc+b^3)a}{c^5} + \frac{(ac-b^2)}{c^4} + \frac{(3ab^2c - a^2c^2 - 2bc^2 - b^4)b}{c^6}\right)x^5 + \\ &+ \left(\frac{(c^2-2abc+b^3)}{c^5} + \frac{(3ab^2c - a^2c^2 - 2bc^2 - b^4)a}{c^6} + \right. \\ &\left. + \frac{(3a^2b^2c^2 - 4ab^3c)b}{c^7} + \frac{(3b^2c^2 - 2ac^3 + b^5)b}{c^7}\right)x^6 + \dots \end{aligned} \quad (13)$$

Пусть x_* является единственным минимальным по модулю корнем алгебраического уравнения $f(x) = 0$. Тогда для некоторого m -го слагаемого ряда (1) согласно выражению (2) можно приближенно считать

$$\frac{c_m x_*^m}{c_{m+1} x_*^{m+1}} = \frac{c_m}{c_{m+1} x_*} \approx 1,$$

следовательно,

$$x_* \approx \frac{c_m}{c_{m+1}}. \quad (14)$$

Сравнивая выражения (14) и (13), находим

$$x_* \approx \frac{c_3}{c_4} = \frac{(2abc - b^3 - c^2)c}{a^2c^2 - 3ab^2c + 2bc^2 + b^4}; \quad (15)$$

$$x_* \approx \frac{c_4}{c_5} = \frac{(a^2c^2 - 3ab^2c + 2bc^2 + b^4)c}{2ac(2b^3 + c^2) - 3bc^2(a^2 + b) - b^5}; \quad (16)$$

$$x_* \approx \frac{c_5}{c_6} = \frac{(3bc^2(a^2 + b) - 2ac(2b^3 + c^2) + b^5)c}{a^3c^3 + 5ab^4c - 4b^3c^2 - 6abc^2(ab - c) - c^4 - b^6}; \quad (17)$$

$$x_* \approx \frac{c_6}{c_7} = \frac{(4b^3c^2 - a^3c^3 - 5ab^4c + 6abc^2(ab - c) + c^4 + b^6)c}{(2a^2bc^2(2ac - 5b^2) + 6ab^2c(b^3 + 2c^2) - 3c^4(a^2 + b) - 5b^4c^2 - b^7)}. \quad (18)$$

Таким образом, формулы (15)–(18) позволяют найти приближенное значение наименьшего корня алгебраического уравнения третьей степени.

Рассмотрим применение данных формул на конкретном числовом примере. Пусть

$$f(x) = x^3 + (-9 - 9i)x^2 + (14 + 81i)x - 126i = (x - 2)(x - 7)(x - 9i).$$

Тогда подстановка коэффициентов многочлена в формулы с (15) по (18) соответственно дает следующие приближенные значения корня:

$$x_{*3/4} \approx 1,99209 + 0,00132i ;$$

$$x_{*4/5} \approx 1,99757 + 0,00115i ;$$

$$x_{*5/6} \approx 1,99948 + 0,00037i ;$$

$$x_{*6/7} \approx 1,99986 + 0,00007i .$$

Заклучение. В статье предложен новый алгоритм для получения формул приближенного нахождения наименьшего по модулю корня алгебраического уравнения третьей степени через его коэффициенты. Наиболее простые из них явно представлены под номерами (15)–(18). Рассмотрение конкретных примеров подтвердило эффективность применения данных формул. Главными их достоинствами являются быстрота вычислений и удобство использования на практике. Полученные формулы включают в себя только 4 арифметические операции над коэффициентами уравнения.

Основным ограничением на применение формул (15)–(18) является наличие только одного минимального по модулю корня уравнения.

Используя предложенный в статье алгоритм, можно получить формулы приближенного нахождения наименьшего по модулю решения алгебраических уравнений более высоких степеней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alekseev, V.B. *Abel's Theorem in Problems and Solutions* / V.B. Alekseev. – New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 285 p.
2. Шмойлов, В.И. Решение алгебраических уравнений при помощи r/ϕ -алгоритма / В.И. Шмойлов. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 330 с.
3. Власова, Е.А. Ряды: учебник для вузов / Е.А. Власова; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 3-е изд., исправл. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 616 с.

REFERENCES

1. Alekseev, V.B. *Abel's Theorem in Problems and Solutions*, New York, Kluwer Academic Publishers, 2004, 285 p.
2. Shmoylov, V.I. *Resheniye algebraicheskikh uravneniy pri pomoshchi r/φ-algoritma* [Solution of algebraic equations by means of a r/ϕ -algorithm], Taganrog, Taganrog Institute of technology, 2011, 330 p.
3. Vlasova, E.A. *Ryady* [Series], Moscow, MSTU, 2006, 616 p.

Поступила в редакцию 15.11.2017

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



БІАЛОГІЯ

УДК 594.38:591.128.3:591.044

Действие гипертермии разной продолжительности на модельные тест-организмы

А.П. Голубев*, А.М. Хомич*, В.В. Долматова**, Т.А. Толкачева**

*Международный государственный экологический университет
имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета

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

*Будучи эктотермами, моллюски (*Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus*) дают объективную методическую возможность оценить влияние температурного фактора на состояние системы антиокислительной защиты в их тканях.*

Цель исследования – выявление особенностей метаболизма у двух близкородственных видов пресноводных брюхоногих моллюсков, отличающихся по типу транспорта кислорода при действии гипертермии разной продолжительности.

Материал и методы. Эксперимент проведен на пресноводных легочных моллюсках двух видов (*Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus*). Для создания условий гипертермии особи выдерживались в термостате при температуре 35°C от 1 часа до 16 часов. Контролем служили моллюски, содержащиеся в отстоянной водопроводной воде при комнатной температуре. В гомогенате гепатопанкреаса и гемолимфе определяли ТБК-активные продукты, концентрацию мочевины, мочевой кислоты и глюкозы.

Результаты и их обсуждение. В условиях антропогенно индуцированной температурной нагрузки происходит нарушение метаболизма в тканях пресноводных легочных моллюсков. Полученные результаты свидетельствуют о причинно-следственной связи между временем действия гипертермии и ответной реакцией у прудовиков и катушек. Установлено, что у двух видов в разные сроки начинают проявляться биохимические адаптации к условиям гипертермии в виде повышения уровня мочевой кислоты, мочевины, ТБК-позитивных продуктов и понижения концентрации глюкозы в гемолимфе.

Заключение. Выявлено, что биохимическими маркерами теплового стресса являются концентрации мочевины, мочевой кислоты, глюкозы и ТБК-позитивных веществ. Длительная гипертермия продолжительностью 16 часов вызывает статистически значимые изменения всех вышеперечисленных показателей у обоих видов пресноводных брюхоногих моллюсков.

Ключевые слова: гипертермия, перекисное окисление липидов, мочевина, мочевая кислота, ТБК-активные продукты, глюкоза.

Impact of Hyperthermia of Different Duration on Model Test Organisms

A.P. Golubev*, A.M. Khomich*, V.V. Dolmatova**, T.A. Tolkacheva**

*A.D. Sakharov International State Ecological University of Belarusian State University

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

*Being ectotherms, mollusks (*Lymnaea stagnalis* and *Planorbarius corneus*) provide an objective methodological opportunity to assess the influence of the temperature factor on the state of the antioxidant defense system in their tissues.*

The aim of the study was to reveal the metabolic peculiarities of two closely related species of freshwater gastropods that differ in the type of oxygen transport under the action of hyperthermia of different duration.

Material and methods. *The experiment was carried out on freshwater pulmonary mollusks of two species (*Lymnaea stagnalis* and *Planorbarius corneus*). To create conditions for hyperthermia, the individuals were kept in a thermostat at 35°C from 1 to 16 hours. The control was the mollusks contained in standing tap water at room temperature. In the homogenate of hepatopancreas and hemolymph, TBA-active products, the concentration of urea, uric acid and glucose were identified.*

Findings and their discussion. *Under conditions of anthropogenically induced temperature loading, metabolic disturbances occur in the tissues of freshwater pulmonary mollusks. The results obtained indicate a causal relationship between the time of action of hyperthermia and the response in the pond sniffer and coils. It was established that biochemical adaptations to hyperthermia conditions in the form of an increase in the level of uric acid, urea, TBA-positive products and a decrease in the concentration of glucose in the hemolymph begin to appear in two species at different times.*

Conclusion. *It was revealed that biochemical markers of heat stress are the concentrations of urea, uric acid, glucose and TBA-positive substances. Prolonged 16 hour hyperthermia lasting causes a change in all of the above indices in both species of freshwater gastropod mollusks.*

Key words: *hyperthermia, lipid peroxidation, urea, uric acid, TBA-active products, glucose.*

Проблема глобальных климатических изменений – одна из наиболее актуальных угроз, стоящих перед большинством экосистем планеты. Температура является важнейшим экологическим фактором среды, от которого напрямую зависят обмен веществ и развитие гидробионтов. По сравнению с почвой и воздухом вода отличается более высокой термостабильностью, что более благоприятно для живых организмов. Глобальное потепление отражается на состоянии водных и наибольшей степени пресноводных сообществ. Изменение температурного режима водоема приводит к смене ключевых параметров среды обитания, таких как газовый режим и растворимость веществ, в том числе и токсичных компонентов, поступающих в водоем с грунтовыми и сточными водами. Повышенная температура может усилить негативное влияние различных компонентов, в том числе и ксенобиотиков, на организмы, населяющие водные экосистемы [1]. Кислород играет ключевую роль в энергообеспечении клеток, а гипоксия является важным фактором нарушения функционирования и повреждения клеток и органов. Гипоксическому состоянию часто сопутствует повышение температуры тела [2].

Повышение температуры приводит к ряду структурно-функциональных перестроек клеточных мембран, что сопровождается накоплением продуктов перекисного окисления липидов. Повреждение мембран в свою очередь влияет на состояние энергетического обмена организмов. Так при нарушении структуры мембран обеспечение работы электрон-транспортной цепи митохондрий становится невозможно, что приводит к переключению на анаэробный гликолиз [3].

В современных программах экологического мониторинга большое внимание уделяется молекулярным биомаркерам – биохимическим показателям состояния организмов в природных экосистемах, особенно гидробионтов [4]. Будучи эктотермами, т.е. животными, температура тела которых соответствует температуре окружающей среды, моллюски дают объективную методическую возможность оценить влияние температурного фактора на состояние системы антиокислительной защиты в тканях [5].

В большинстве случаев не представляется возможным проследить всю совокупность биохимических реакций, закономерно развивающихся в биологической системе в ответ на действие повреждающего фактора. Однако имеются узловые биохимические системы, повреждения которых можно рассматривать как наиболее чувствительные индикаторы развития деструктивных процессов в организме животных. Широко используемыми индикаторами развития окислительного стресса являются изменение активности антиоксидантных ферментов, изменение концентрации низкомолекулярных антиоксидантов и накопление продуктов перекисного окисления липидов [6].

Недостаточно изученным остается вопрос метаболических изменений у моллюсков в условиях отклонения оптимальной температуры среды в сторону гипертермии.

Цель исследования – выявление особенностей метаболизма у двух близкородственных видов пресноводных брюхоногих моллюсков, отличающихся по типу транспорта кислорода при действии гипертермии разной продолжительности.

Материал и методы. В работе использованы два представителя легочных моллюсков – большой прудовик (*Lymnaea stagnalis* L.) и катушка роговая (*Planorbis corneus* L.). Моллюсков собирали вручную из р. Витьба, затем подвергли 15-суточной акклиматизации: объем аквариумов с отстоянной водопроводной водой 100 л, плотность посадки 3 экземпляра на литр, температура воды – 20–22°C, pH 7,2–7,7. Ежедневно осуществляли замену 1/3 воды. Животных кормили свежими листьями одуванчика или зеленого салата. Содержание в лаборатории не было стрессовым, т.к. гибель моллюсков в это время не отмечали. Для создания условий гипертермии особи выдерживались в термостате при температуре 35°C от 1 часа до 16 часов. Контролем служили моллюски, содержащиеся в отстоянной водопроводной воде при комнатной температуре. Для оценки влияния повышенной температуры среды на терморезистентность в ходе исследования определяли содержание ТБК-активных продуктов в гепатопанкреасе, концентрацию мочевой кислоты, мочевины и глюкозы в гемолимфе моллюсков. Мочевину, мочевую кислоту и глюкозу выявляли в гемолимфе (у катушек с предварительным депротеинированием) с помощью биохимических наборов «Анализ X», а МДА в гомогенате гепатопанкреаса по Uchiyama [7] рассчитывали, используя молярный коэффициент поглощения $\epsilon = 1,56 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, и выражали в мкмоль на 1 г сырой ткани. Обработку полученных данных проводили методами математической статистики для малых выборок. Относительное содержание ТБК-активных продуктов и активность ферментов выражали в виде $M \pm m$, достоверность различий между группами оценивали при $p \leq 0,05$ с помощью t-критерия Стьюдента, после проверки гипотез о нормальности распределения.

Результаты и их обсуждение. В норме антиоксидантной защиты клеток достаточно для локальной детоксикации активных форм кислорода (АФК) и для предотвращения их диффузии в клетке. При действии неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как повышенная температура, скорость образования, АФК может повышаться и изменять направление метаболических потоков, что приводит к развитию состояния окислительного стресса.

Ранее авторами было установлено действие гипо- и гипертермии на модельный тест-объект растительного происхождения (*Hordeum vulgare* L.). Выявлено, что под влиянием высокотемпературного стресса в листьях ячменя так же, как и при действии низкой температуры, достоверно увеличивается активность антиоксидантных ферментов на 6,6% (глутатионредуктаза), на 57,7% (каталаза) и усиливается накопление ТБК-реактивных продуктов на 68,0%. Применением биологически активных композиций (оксидат торфа и водного экстракта куколок дубового шелкопряда) этот эффект нивелируется [8].

Известно, что у брюхоногих моллюсков, которые представляют собой удобные модельные тест-системы, компонентами антиоксидантной системы являются аммиак, мочевина, мочевая кислота, пурины и аминокислоты. У аммонителлических гидробионтов, в том числе у пресноводных брюхоногих моллюсков, на долю мочевой кислоты в функционировании антиоксидантной системы приходится 56%, а на долю мочевины 22%. Брюхоногие моллюски не способны синтезировать мочевину посредством орнитинового цикла и образуют ее только из экзогенного орнитина, поступающего с пищей. Большая часть продуктов их азотистого обмена диффундирует в водную среду через кожные покровы, остальное выделяется с мочой [9]. На долю глюкозы приходится более 85% сахаров, содержащихся в гемолимфе, поэтому она является одной из наиболее чувствительных систем организма и может быть информативной при воздействии температурного фактора. В качестве биохимических маркеров в гемолимфе моллюсков определили концентрацию мочевины, мочевой кислоты и глюкозы, а в гепатопанкреасе – показателя перекисного окисления липидов – малонового диальдегида.

При изучении последствий повышения температуры окружающей среды от 1 часа до 16 часов для двух видов моллюсков получены результаты, приведенные в табл. 1–2. Из табл. 1 видно, что содержание мочевины в гемолимфе прудовиков после теплового воздействия достоверно увеличивается на 21% через 4 часа и продолжает расти до 48% по сравнению с контролем через 16 часов. Содержание мочевой кислоты в гемолимфе незначительно увеличивается при действии теплового стресса в течение 8 часов. При более длительном действии этот показатель статистически значимо увеличивается на 8–25% по сравнению с контрольной группой.

Концентрация ТБК-позитивных веществ (малонового диальдегида – МДА) в гепатопанкреасе постепенно достоверно увеличивается от 24% (8 часов гипертермии) до 123% (16 часов гипертермии). Концентрация глюкозы достоверно уменьшается от 16% спустя 4 часа теплового воздействия до 54% спустя 16 часов по сравнению с контрольными прудовиками.

Таблица 1

Влияние гипертермии разной продолжительности на некоторые биохимические показатели гемолимфы и гепатопанкреаса *L. stagnalis*, M±m

Показатели		Мочевина, ммоль/л	Мочевая кислота, ммоль/л	МДА, мкмоль/г	Глюкоза, ммоль/л
Контроль		13,66±0,48	75,47±1,52	2,01±0,13	3,74±0,12
Время действия температуры, ч	1	13,95±0,71	77,81±1,28	2,28±0,11	3,42±0,14
	4	16,66±0,35*	78,58±1,45	2,37±0,14	3,15±0,13*
	8	17,12±0,24*	80,23±2,01	2,49±0,1*	2,15±0,13*
	10	18,52±0,41*	81,45±0,75*	2,82±0,08*	2,05±0,06*
	12	19,41±0,32*	83,29±1,14*	2,99±0,19*	1,94±0,05*
	16	21,02±0,46*	94,36±3,01*	4,49±0,24*	1,73±0,04*

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с контролем.

Согласно данным, приведенным в табл. 2, содержание мочевины в гемолимфе катушек увеличивается до 22% по сравнению с контролем при максимальной продолжительности теплового воздействия. Концентрация мочевой кислоты в гемолимфе катушек статистически значимо увеличивается от 11% (1 час теплового воздействия) до 36% (16 часов теплового воздействия). Содержание ТБК-положительных веществ в гепатопанкреасе катушек с течением времени постепенно увеличивается и достигает отличия от контроля 59%. Концентрация глюкозы в гемолимфе катушек достоверно снижается от 31% (4-часовая гипертермия) до 52% (16-часовая гипертермия) по сравнению с контролем.

Таблица 2

Влияние гипертермии разной продолжительности на некоторые биохимические показатели гемолимфы и гепатопанкреаса *P. corneus*, M±m

Показатели		Мочевина, ммоль/л	Мочевая кислота, ммоль/л	МДА, мкмоль/г	Глюкоза, ммоль/л
Контроль		13,99±0,16	125,62± 2,02	2,53±0,10	3,67±0,12
Время действия температуры, ч	1	14,04±0,46	139,12±3,41*	2,59±0,11	3,34±0,23
	4	14,69±0,17	164,85±3,05*	2,61±0,09	2,50±0,07*
	8	15,41±0,31*	165,75±1,82*	2,65±0,10	2,33±0,08*
	10	15,86±0,28*	167,25±2,02*	2,96±0,16	2,20±0,04*
	12	16,49±0,23*	169,14±1,04*	3,07±0,14*	2,06±0,06*
	16	17,07±0,18*	171,17±1,54*	4,02±0,18*	1,75±0,03*

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с контролем.

Как следует из представленных результатов, изменения биохимических показателей белкового и углеводного обменов происходят при больших отклонениях температуры среды от оптимальных значений. Увеличение концентрации низкомолекулярных антиоксидантов мочевины и мочевой кислоты свидетельствует

об активизации противокислительной системы. Повышение концентрации ТБК-реагирующих веществ (МДА) связано с развитием процесса перекисного окисления липидов. Снижение содержания глюкозы при индуцированной гипертермии указывает на повышение интенсивности метаболизма и возрастающее расходование энергии. Таким образом, изменения приведенных показателей стали отражением развития проокислительных процессов, протекающих в условиях температурного стресса.

Несмотря на видовую специфичность и физиологические особенности установлена близкая закономерность изменения направления метаболических потоков при действии повышенной температуры в течение 16 часов (рис.).

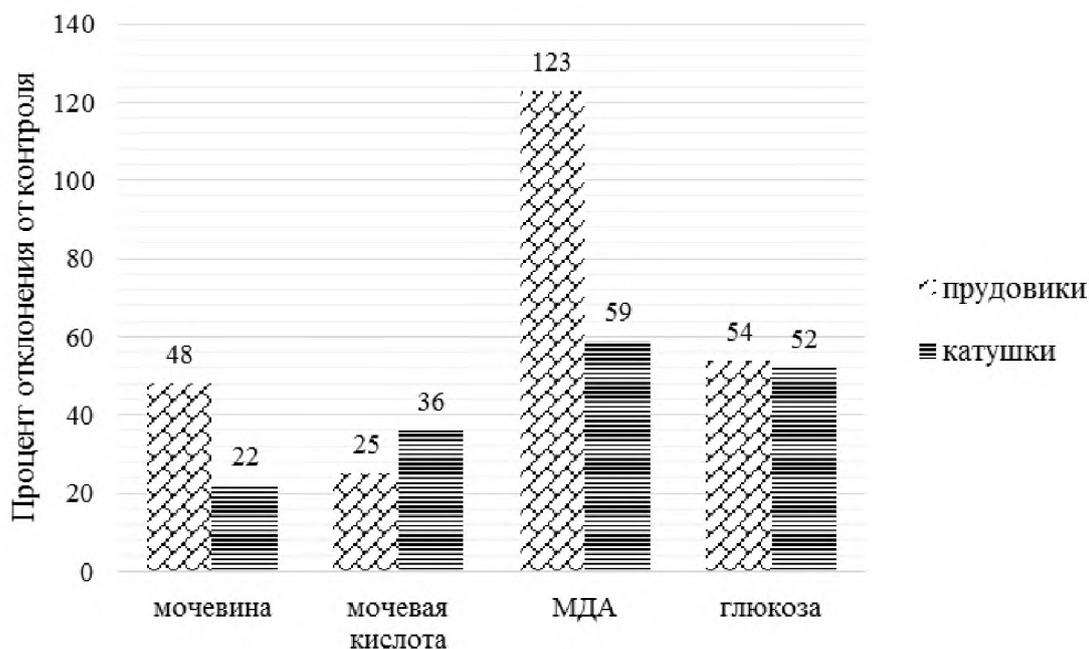


Рис. Сравнение процентов отклонения биохимических показателей группы моллюсков при действии 16-часовой гипертермии от контрольной группы.

Для анализа время появления статистически значимых отклонений биохимических показателей от контроля составлена таблица 3.

Таблица 3

Объект	Период времени включения компенсаторных механизмов противодействия гипертермии			
	Мочевина	Мочевая кислота	МДА	Глюкоза
<i>L. stagnalis</i>	4 часа	10 часов	8 часов	4 часа
<i>P. corneus</i>	8 часов	1 час	12 часов	4 часа

Из табл. 3 видно, что тепловой стресс, действующий в течение 1 часа, вызывает только увеличение концентрации мочевой кислоты у прудовиков. При увеличении теплового воздействия до 4-х часов происходят накопление мочевины в гемолимфе прудовиков и уменьшение концентрации глюкозы у двух видов моллюсков. Гипертермия длительностью 8 часов приводит к накоплению МДА у прудовиков и мочевины у катушек. Содержание моллюсков в условиях повышенной температуры в течение 10 часов вызывает увеличение содержания мочевой кислоты у прудовиков, а 16 часов – содержания МДА у катушек. Длительная гипертермия продолжительностью 16 часов способствует статистически значимым изменениям всех вышеперечисленных показателей у обоих видов пресноводных брюхоногих моллюсков. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о причинно-следственной связи между временем действия гипертермии и ответной реакцией у прудовиков и катушек.

Заключение. В условиях антропогенно индуцированной температурной нагрузки происходит нарушение метаболизма в тканях пресноводных легочных моллюсков. Экспозиция гидробионтов в условия повышенной температуры приводит к нарушению прооксидант-антиоксидантного баланса и, следовательно, к развитию окислительного стресса. Приспособление гидробионтов к изменению температурных условий идет за счет биохимических и физиологических адаптивных реакций и отличается у двух близкородственных видов. Отмечена более выраженная устойчивость катушек по сравнению с прудовиками, что, вероятно, связано с ранним реагированием на тепловое воздействие повышением уровня эндогенного антиоксиданта мочевой кислоты. При этом процесс перекисного окисления липидов притормаживается, о чем свидетельствует увеличение концентрации МДА только через 12 часов теплового воздействия. Наоборот, концентрация мочевины у прудовиков повышается при 4-часовой гипертермии, а у катушек – при 8-часовой. Одинаково отреагировали на температурный стресс продолжительностью 4 часа оба вида моллюсков снижением концентрации глюкозы. Выявлено, что биохимическими маркерами теплового стресса являются концентрации мочевины, мочевой кислоты, глюкозы и ТБК-позитивных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верещагина, К.П. Особенности активации неспецифических механизмов стресс-резистентности у байкальского эндемичного вида амфипод *Gmelinoides fasciatus* (Stebb., 1899) в условиях постепенного температурного стресса / К.П. Верещагина [и др.] // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – № 4. – С. 131–138.
2. Лобанова, Е.М. Влияние сочетанного действия гипоксии и гипертермии на фагоцитарную активность альвеолярных макрофагов / Е.М. Лобанова // Сборник научных работ «Труды молодых ученых». – Минск, 2004. – С. 77–80.
3. Верещагина, К.П. Активность ферментов антиоксидантной защиты и анаэробного гликолиза в условиях температурного градиента у палеарктического *Lymnaea stagnalis* / К.П. Верещагина [и др.] // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2013. – № 4. – С. 340–345.
4. Лукьянова, О.Н. Молекулярные биомаркеры в экологическом мониторинге морских экосистем / О.Н. Лукьянова // Известия ТИНРО. – 2003. – Т. 133. – С. 271–281.
5. Сидоров, А.В. Состояние антиокислительной защиты в центральных нервных ганглиях моллюска *Lymnaea stagnalis* при различных температурах окружающей среды / А.В. Сидоров, Г.Т. Маслова // Новости медико-биологических наук. – 2008. – № 1–2. – С. 74–78.
6. Довженко, Н.В. Использование биохимических маркеров в активном мониторинге загрязнения морской среды / Н.В. Довженко [и др.] // Вестник СПбГУ. – 2012. – № 3. – С. 12–24.
7. Uchiyama, M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Mihara // Analit. Biochem. – 1987. – Vol. 86. – P. 271–278.
8. Толкачева, Т.А. Применение биологически активных композиций у *Hordeum vulgare* L. при кратковременной гипо- и гипертермии / Т.А. Толкачева // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП Ин-т защиты растений; гл. ред. Л.И. Трешко. – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 276–282.
9. Стадниченко, А.П. Влияние нитрата аммония на содержание остаточного азота в гемолимфе катушки пурпурной (*Mollusca: Pulmonata: Bulinidae*) в норме и при инвазии трематодами / А.П. Стадниченко, Г.Е. Киричук // Паразитология. – 2000. – № 5. – С. 402–407.

REFERENCE

1. Vereshchagina, K.P. Peculiarities of activation of nonspecific mechanisms of stress-resistance in the Baikal endemic species of amphipods *Gmelinoides fasciatus* (Stebb., 1899) under conditions of gradual temperature stress / K.P. Vereshchagina [and others] // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – No. 4. – P. 131–138.
2. Lobanova, E.M. Influence of the combined effect of hypoxia and hyperthermia on the phagocytic activity of alveolar macrophages / E.M. Lobanova // Collection of scientific works «Proceedings of Young Scientists». – Minsk, 2004. – P. 77–80.
3. Vereshchagina, K.P. The activity of antioxidant protection enzymes and anaerobic glycolysis under conditions of a temperature gradient in the Palearctic *Lymnaea stagnalis* / K.P. Vereshchagina [and others] // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2013. – No. 4. – P. 340–345.
4. Lukanova, O.N. Molecular Biomarkers in Ecological Monitoring of Marine Ecosystems / O.N. Lukanova // News of TINRO. – 2003. – T. 133. – P. 271–281.
5. Sidorov, A.V. The state of antioxidant protection in the central nervous ganglia of the *Lymnaea stagnalis* mollusk at various ambient temperatures / A.V. Sidorov, G.T. Maslova // News of biomedical sciences. – 2008. – No 1–2. – P. 74–78.
6. Dovzhenko, N.V. Use of biochemical markers in active monitoring of marine pollution / N.V. Dovzhenko [and others] // Bulletin of St. Petersburg State University. – 2012. – No. 3. – P. 12–24.
7. Uchiyama, M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test / M. Uchiyama, M. Mihara // Analit. Biochem. – 1987. – Vol. 86. – P. 271–278.
8. Tolkacheva, T.A. The use of biologically active compositions in *Hordeum vulgare* L. with short-term hypo- and hyperthermia / T.A. Tolkacheva // Plant Protection: Sat. sci. / Institute of Plant Protection; Ch. Ed. L.I. Trepashko. – Nesvizh, 2013. – Iss. 37. – P. 276–282.
9. Stadnichenko, A.P. Influence of ammonium nitrate on the content of residual nitrogen in the haemolymph of the magenta coil (*Mollusca: Pulmonata: Bulinidae*) in norm and with trematode infestation / A.P. Stadnichenko, G.E. Kirichuk // Parasitology. – 2000. – No. 5. – P. 402–407.

Поступила в редакцию 22.09.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: tanyatolkacheva@mail.ru – Толкачева Т.А.

Проникновение грибного компонента в корневые окончания *Picea abies* (L.) Karst

П.Ю. Колмаков, Е.В. Антонова

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

*Конкретных работ по вопросу проникновения гифов гриба в осевой цилиндр ели обыкновенной (*Picea abies*) нет. Во многих публикациях констатируется локализация грибного компонента в паренхимных клетках первичной коры, содержащих крахмал. Однако в осевом цилиндре корня растений идет постоянный ток веществ, богатых углеводами.*

Цель исследования – доказать, что гифы гриба стремятся к проникновению в осевой цилиндр через пропускные клетки эндодермы.

Материал и методы. *В течение вегетационного периода 2016 года проводили отбор образцов корневых систем *Picea abies* в импактной и фоновой зонах. Поперечные срезы микоризных окончаний рассматривали без предварительной окраски. Методы исследования: стационарный на пробных площадях и в научно-исследовательской лаборатории.*

Результаты и их обсуждение. *В ходе проведенных исследований установлен факт проникновения гифов гриба в осевой цилиндр корневых окончаний. Практически за три недели «грибной атаки» все живые клетки корня (клетки мезодермы первичной коры, пропускные клетки эндодермы, перицикла, паренхимы, флоэмы) переполнены грибным компонентом. Больше всего везикул развивается в перицикле. Впервые предложены схемы проникновения гриба в корень в импактной и фоновой зонах.*

Заключение. *Микориза *Picea abies* эктэндоотрофная. Зафиксирован и доказан факт проникновения гифов гриба в осевой цилиндр корня *Picea abies*. В импактной зоне все живые клетки корня переполнены гифами. В фоновой зоне живые клетки корневых окончаний не перегружены грибным компонентом. Нами обнаружено, что в импактной зоне размеры стелы меньше, чем в фоновой.*

Ключевые слова: *проникновение гифов гриба, грибной компонент, клетки корня, стела (центральный осевой цилиндр), корневые окончания, везикулы.*

Fungus Component Penetration into *Picea abies* (L.) Karst. Root Endings

P.Yu. Kolmakov, E.V. Antonova

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

*This study is motivated by the lack of information on fungus hyphae penetration into *Picea abies* stele. In many occasions it is performed on fungus location in cortex parenchyma cells. These cells often contain starch. But there is constant transport of substances enriched by carbohydrates in stele.*

This study aims to show that fungus hyphae aspire to penetrate into stele through passage cells.

Material and methods. **Picea abies* root systems fragments were taken from the impact and the background zones during 2016 vegetative period. Cross sections of mycorrhizal endings were studied without preliminary staining. In our study we have used stationary routine at samples plots and laboratory methods.*

Findings and their discussion. *The result of fungus hyphae penetration into stele is established. All alive root cells (cortex parenchyma cells, endodermis passage cells, pericycle, parenchyma, phloem) are overflowed with fungus components during the three weeks of «fungus attack». Vesicles are developed mostly in pericycle. For the first time schemes of fungus penetration into the root in the impact and in the background zones are given.*

Conclusion. **Picea abies* mycorrhizae is ectendotrophic. We have shown that fungus hyphae penetrate into roots endings stele. All alive root cells are overflowed with fungus hyphae components in the impact zone. In the background zone roots endings alive cells aren't overloaded by fungus components. Additionally, we have found out that in the impact zone the stele size is smaller than that in the background zone.*

Key words: *fungus hyphae penetration, fungus components, root cells, stele, roots endings, vesicles.*

Одной из актуальных задач современной биологии является исследование факторов и механизмов коэволюции между организмами. Именно коэволюционные процессы определили существующие экологические взаимодействия между видами в биосфере. Представители двух царств органического мира – растения и грибы, важнейшие компоненты палео- и современных экосистем, прошли исторически длительный период совместного развития. Со времени своего возникновения эти группы организмов, обладая принципиальными различиями как по морфофункциональной организации, так и по той роли, которую они играют в биосферных процессах, оказались тесно взаимосвязанными в своей жизнедеятельности благодаря сопряженному развитию. Структурно оформившийся контакт между грибами и растениями, оказавший глубокое влияние на растительный мир, – это микориза [1].

Характерной чертой микоризы, отличающей ее от случаев паразитического инфицирования грибом корней, является приуроченность мицелия к определенным типам клеток и тканей корня. Эта гистотропная специализация служит четким диагностическим признаком для разграничения микоризы от псевдомикоризы, ризоплеи и грибных паразитических инфекций [1]. Гриб внедряется в первичную кору, но клетки корня не обнаруживают при этом никаких патологических симптомов и сохраняют свои характерные особенности [2]. Мицелий микоризных грибов сосредоточен, как правило, в эпibleме и мезодерме первичных корней и не встречается в эндодерме, центральном цилиндре и меристеме (в клетках апекса корня); мицелий отсутствует также в каких-либо хлорофиллоносных тканях. Распространению мицелия по внутренним тканям и верхним частям растения препятствует ряд защитных структурных и физиологических барьеров хозяина. При этом мицелий эктомикоризных грибов формирует чехлы не только на молодых растущих апексах, как обычно считалось, но и на дифференцированных корнях взрослых растений [3].

Самые древние ископаемые микоризы хвойных (род *Pinus*) были найдены в центре Британской Колумбии (Канада) в известняках возрастом более 50 миллионов лет. В ископаемом материале обнаружены дихотомически разветвленные микоризы хвойных. Микоризы тех далеких эпох имели анатомические структуры, похожие на сеть Гартига и гифы мантии (корневого чехла) [4].

Эктэндомикориза как ассоциация формируется между ограниченным количеством видов грибов аскомицетов и хвойных из родов *Pinus* и *Larix* [5]. Структурально эктэндомикориза подобна на эктомикоризу: они имеют грибной чехол (мантию) и сеть Гартига, но существуют некоторые отличия в локализации сети Гартига. У эктэндомикоризы внутриклеточные гифы сети Гартига развиваются в эпидермальных клетках и клетках коры [6].

Только два рода хвойных – *Pinus* и *Larix* из *Pinaceae* – достоверно образуют эктэндомикоризу. Список видов может ограничиваться 100 видами рода *Pinus* и 10–12 видами рода *Larix*. Однако далеко не все виды из этого списка могут быть изучены на предмет эктэндомикоризы в полевых условиях либо в лаборатории. В литературе сообщается и о других родах высших растений, которые могут образовывать такие микоризы, но эти умозаключения сделаны на основании собранных полевых образцов старых эктэндомикориз.

Эктэндомикориза может быть арбутоидной и монотропоидной. Эти две категории микориз описаны в литературе [6]. В литературных источниках приводятся результаты анатомического строения микориз *Pinaceae* в основном двух европейских видов – *Pinus montana* и *Pinus silvestris*. Для них указываются кораллоподобные микоризы [7]. *Pinus silvestris* и *Picea abies* заражаются через корневые волоски эпibleмы. Вначале гифы растут внутри клеток наружной коры, образуя псевдопаренхиму, и лишь впоследствии появляются сеть Гартига и чехол [8].

Конкретных работ по вопросу проникновения гифов гриба в осевой цилиндр *Picea abies* нет. Есть только информация в зарубежной литературе о барьерном значении эндодермы, которая ограничивает проникновение гифов в осевой цилиндр [4].

Ведущая научная идея (гипотеза) заключается в том, что гифы гриба стремятся к проникновению в осевой цилиндр через пропускные клетки эндодермы.

Основной источник питания грибов – углеводы и азотистые вещества. Грибы могут использовать растворимые углеводы, моно- и дисахариды, добываемые ими иногда из корневой системы деревьев [9]. В осевом цилиндре корня растений идет постоянный ток веществ, богатых углеводами. В клетках поглощающей зоны корневой системы происходит один из важнейших процессов вторичного синтеза [10].

Цель исследования – доказать, что гифы гриба стремятся к проникновению в осевой цилиндр через пропускные клетки эндодермы.

Материал и методы. Материал исследования – ель обыкновенная *Picea abies* (L.) Karst. (семейство *Pinaceae* Lindl.). Это важная лесообразующая порода бореальной зоны. В наших исследованиях является модельным видом. Подобный выбор объекта исследования не случаен. Это зависит от исключительной хозяйственной важности данной породы. На территории Беларуси *Picea abies* является зональной лесной культурой, ареал которой претерпевает значительные трансформации, связанные с изменениями экологических условий

крупных территориальных единиц на земном шаре. Методы исследования: стационарный на пробных площадях (ПП) и в научно-исследовательской лаборатории.

Район исследования был выделен нами по принципу ландшафтного районирования как комплекса более или менее исторически и экологически обособленных, взаимосвязанных между собой природно-экологических систем. Принцип ландшафтного районирования представляется наиболее естественным, имеющим неоспоримые преимущества перед территориально-административным. Ландшафт понимается как геосистема с единым происхождением, общей историей развития, сформированная в условиях однородного геологического фундамента, одного преобладающего типа рельефа, одинакового климата, с характерным сочетанием почв, растительных сообществ и геосистем локального уровня [11]. Практикой доказана особая важность ландшафта как опорной территориальной системы при комплексном учете природных ресурсов и оценке природной среды для ее рационального использования.

Район исследования расположен в подзоне дубово-темнохвойных подтаежных лесов [12; 13] или в широколиственно-таежной области [14], где происходит взаимопроникновение бореальной и неморальной растительности.

Большая часть материалов получена в натуральных регистрирующих (описательных или наблюдательных) исследованиях – градиентах факторов среды. Под подобными экологическими градиентами понимаются серии сопряженных, каким-либо образом упорядоченно расположенных в пространстве консорций (биоценозов, пробных площадей или местообитаний) или микробиотопов (микрорестообитаний) в пределах биоценозов [15].

Основные факторы среды – экологические градиенты – сводятся в два крупных типа: антропогенные, обязанные существованием тем или иным аспектам деятельности человека, и естественные, существующие независимо от человеческой деятельности. Нами изучались урбанизированные территории, т.е. насаждения *Picea abies*, где велики эффекты биологического загрязнения, рекреационные нагрузки. Поэтому обоснованно сравнивать между собой только городские насаждения и насаждения вне городов, не выстраивая какой-либо интенсивности воздействий [15].

Импактные зоны – непосредственно расположенные в городских условиях территории с высоким загрязнением и выраженными реакциями многих компонентов биоты.

Фоновые зоны – территории с региональными уровнями загрязнения и не фиксируемыми реакциями всех компонентов биоты [15].

На пробных площадях проводили отбор почвенных проб с помощью стального цилиндра диаметром 5 см и длиной 30 см. Точки отбора проб были приурочены к отдельным консорциям ели обыкновенной, согласно методике концентрической схемы пробоотбора [16–19], с расстоянием от 10 до 100 см от ствола в проекции кроны.

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

Таблица

Характеристика пробных площадей

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

Город Витебск – крупный промышленный центр северо-востока Республики Беларусь. Древесные насаждения выполняют стабилизирующую функцию. Основные токсические эффекты сопряжены с влиянием различных газообразных поллютантов. Почти невозможно разделить вклады разных источников в общее загрязнение атмосферы и практически нельзя исключить такие формы

антропогенных воздействий, как рекреационные нагрузки. Поэтому сильно нарушена структура почвенного профиля со слабо развитым, а зачастую и полностью отсутствующим горизонтом A_0 (ферментативный горизонт). Весь почвенный профиль слишком уплотнен, что свидетельствует о значительной рекреационной нагрузке.

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

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

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

Луческая озерно-ледниковая низина расположена в юго-восточной части Белорусского Поозерья, размещается между Витебской и Оршанской возвышенностями в пределах среднего и верхнего течения Лучесы и ее притоков – Оболянки, Суходровки, Серокоротянки. Район вытянут треугольником на северо-востоке от южных границ Белорусского Поозерья до долины Западной Двины [20].

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

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

Получение фактических данных для изучения строения эктэндомикоризы заключалось в выкопке, т.е. извлечении из почвы образцов – фрагментов корневых систем, корневых мочек с представленными на них корнями последних порядков ветвления. Образцы извлекались из почвенных навесок проб так, что невозможно было строго установить их принадлежность к той или иной особи растений [21; 22]. Получаемые этим путем характеристики микориз относятся или могут быть усреднены на уровень сообщества в целом. Такой способ извлечения проб обоснован при изучении микоризообразования у взрослых растений [15].

Отбор образцов корневых систем проводили в течение вегетационного периода 2016 года. Образцы фиксировали в 4% формалине и в 70% спирте. Изучение анатомического строения корневых окончаний осуществляли в лабораторных условиях с использованием замораживающего микротомы Leica CM 1860 и микроскопа с сопутствующим программным обеспечением Leica DM 2500. Поперечные срезы микоризных окончаний рассматривали без предварительной окраски.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований установлен факт проникновения грибного компонента в осевой цилиндр корневых окончаний. Практически за три недели «грибной атаки» все живые клетки корня, а именно: клетки мезодермы первичной коры, пропускные клетки эндодермы, клетки центрального осевого цилиндра (перицикла, паренхимы, флоэмы) – оказываются переполненными грибным компонентом. Как отчетливо видно на поперечных срезах корня и в импактной зоне, и в фоновой, больше всего везикул развивается в перицикле. Меристематические клетки в большей степени, чем паренхимные, характеризуются высоким содержанием питательных веществ. Наши исследования подтверждают гистотропную специализацию мицелия к определенным типам клеток и тканей корня, что является характерной чертой микоризы [1].

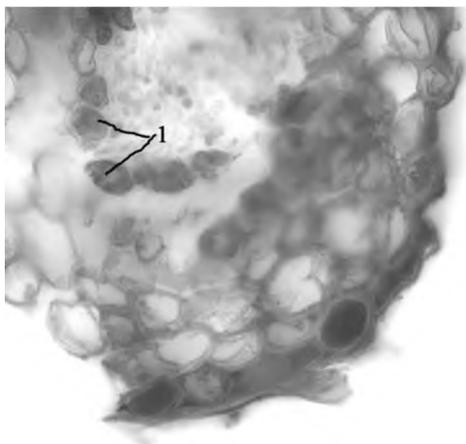
Предлагаются схемы проникновения гриба в корень в импактной и фоновой зонах.

В импактной зоне: корневой чехол -> сеть Гартига (гифы в межклетниках, внутриклеточные гифы) -> везикулы в пропускных клетках эндодермы -> везикулы и единичные пелотоны в перицикле -> везикулы сначала в клетках паренхимы, флоэмы, затем – везикулы+пелотоны (там же) и, наконец, везикулы во всех клетках перицикла.

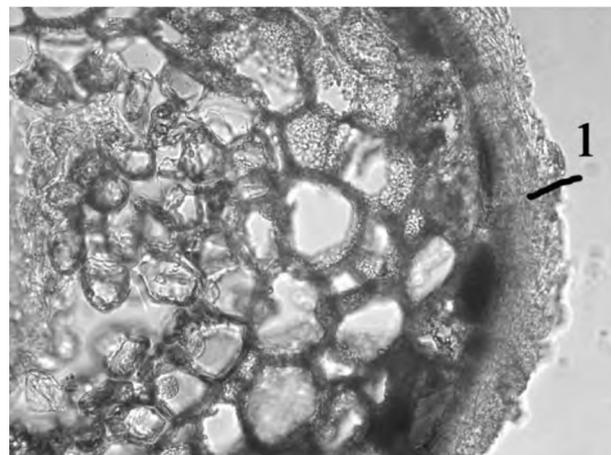
В фоновой зоне: корневой чехол -> сеть Гартига (гифы в межклетниках, внутриклеточные гифы) -> везикулы в пропускных клетках эндодермы -> везикулы+пелотоны в стеле: сначала везикулы и единичные пелотоны в перицикле, затем – везикулы во всех клетках перицикла и, наконец, в паренхиме, флоэме.

Сравнение поперечных срезов корневых окончаний *Picea abies* проводится по ряду признаков в импактной и фоновой зонах (рис. 1–5).

Фоновая зона



Импактная зона



№ образца 26-07-07-2016 / Simple 2 / Photo 2 Без чехла

1 – везикулы в осевом цилиндре

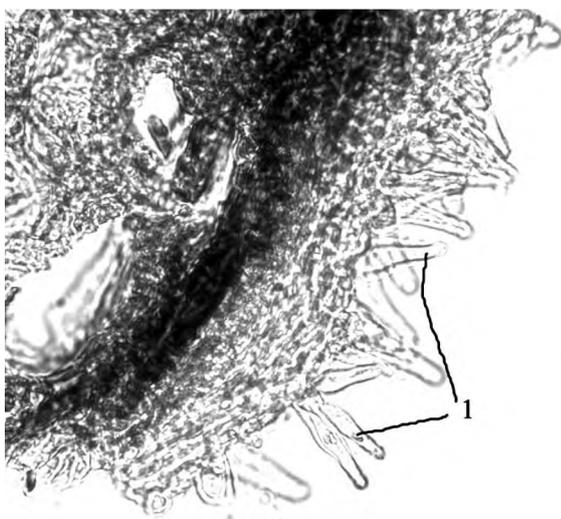
В выборках встречаются корневые окончания без чехла грибного компонента.

№ образца 45-12-10-2016 / Simple 1 / Photo 7 Чехол

1 – чехол

Фактически во всех выборках отмечается наличие чехла.

Рис. 1. Наличие микоризного чехла.

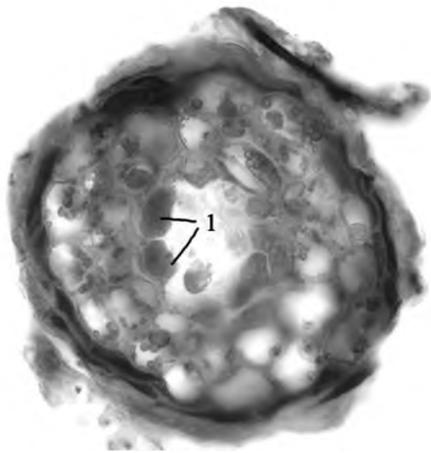


№ образца 1-05-10-2014 / Simple 1 / Photo 32

1 – структуры гаминиального слоя базидиальных грибов

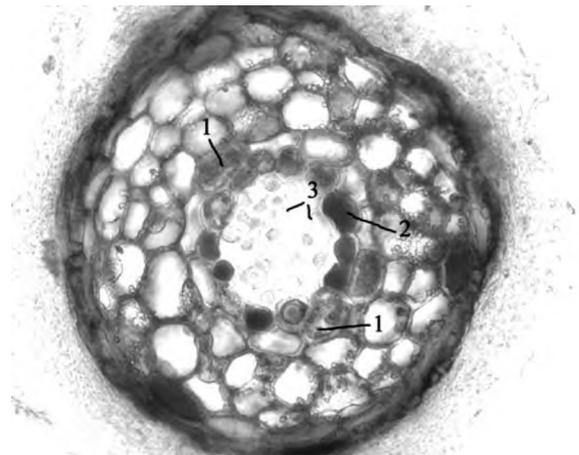
Структуры гаминиального слоя грибного компонента напоминают стерильные элементы гамения высших базидиальных грибов. В импактной зоне подобных элементов не обнаружено.

Рис. 2. Элементы наружного чехла корневых окончаний.



№ образца 22-01-07-2016 / Simple 2 / Photo 34

1 – везикулы в осевом цилиндре



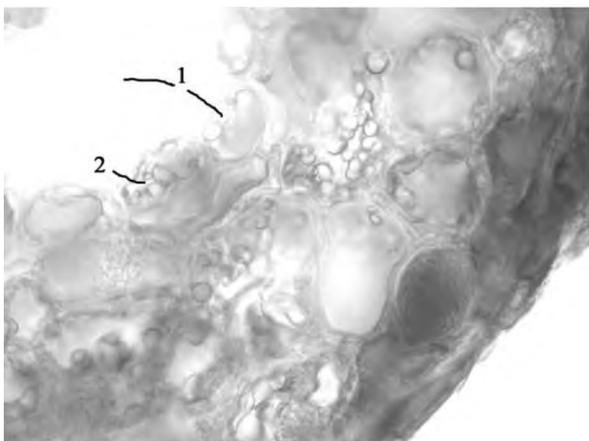
№ образца 41-01-09-2016 / Simple 2 / Photo 0109

1 – везикулы в пропускных клетках эндодермы
2 – везикулы в клетках перицикла
3 – пелотоны

Структурные элементы грибного компонента отмечаются во всех тканях и системах корневого окончания.

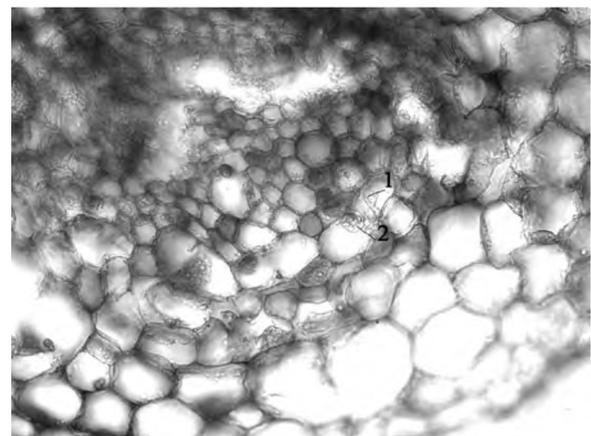
Наблюдается визуальное увеличение числа структурных элементов грибного компонента.

Рис. 3. Количество грибного компонента в структурах корневого окончания.



№ образца 20-29-06-2016 / Simple 1 / Photo 64

1 – везикулы
2 – пелотоны

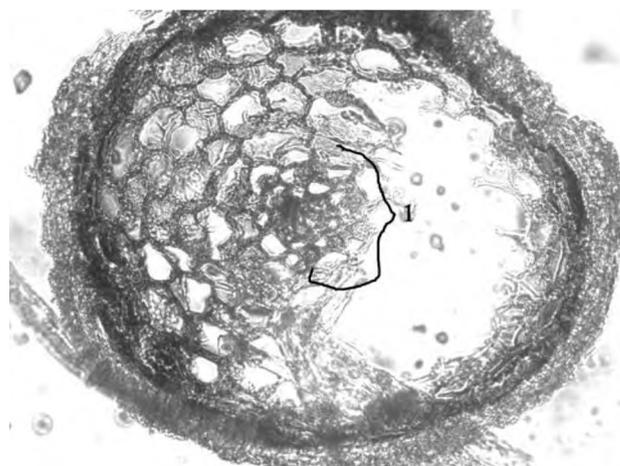
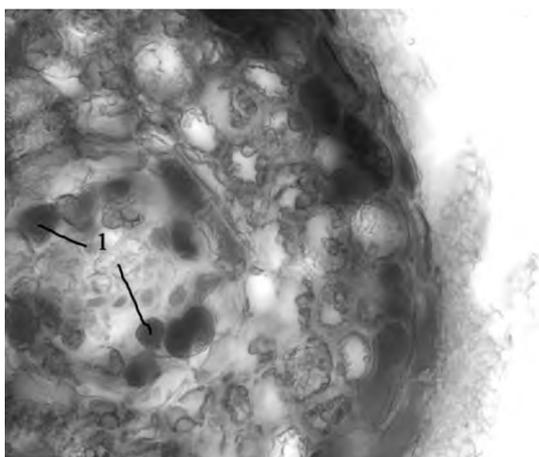


№ образца 33-08-08-2016 / Simple 1 / Photo 2

1 – пелотоны
2 – везикулы

Наблюдаются элементы грибного компонента в осевом цилиндре.

Рис. 4. Грибной компонент в осевом цилиндре.



№ образца 28-11-07-2016 / Simple 2 / Photo 3 Стела
нормального размера

№ образца 34-15-08-2016 / Simple 3 / Photo 5
Маленькая стела

1 – везикулы в стеле

1 – стела

Стела нормального размера

Стела маленького размера

Рис. 5. Размер стелы.

Заключение. Экспериментально доказано, что микориза *Picea abies* (L.) Karst. является эктэндотрофной. Зафиксирован факт проникновения грибного компонента в осевой цилиндр корневых окончаний. Впервые предложена схема проникновения гриба в структурные элементы корня *Picea abies* (L.) Karst. В импактной зоне все живые клетки корня: клетки мезодермы первичной коры, пропускные клетки эндодермы, клетки центрального осевого цилиндра (перидермы, паренхимы, флоэмы) – переполнены грибным компонентом. В фоновой зоне живые клетки корневых окончаний не были перегружены гифами гриба. В импактной зоне размеры стелы меньше, чем в фоновой.

Сложные, многообразные и до конца не изученные взаимоотношения в эволюционно длительно существующей паре *Plantae* – *Mycetalia* ставят все больше вопросов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Каратыгин, И.В. Козволюция грибов и растений / И.В. Каратыгин. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 118 с.
2. Эзау, К. Анатомия семенных растений / К. Эзау. – М.: Мир, 1980. – 558 с.
3. Салаяев, Р.К. Анатомическое строение корневых окончаний взрослой сосны и ход формирования в них микориз / Р.К. Салаяев // Ботанический журнал. – 1958. – Т. 43, № 6. – С. 869–876.
4. LePage, B.A. Fossil ectomycorrhizae from the Middle Eocene / B.A. LePage, R.S. Currah, R.A., Stockey, G.W. Rothwell // Am. J. Bot. – 1997. – Vol. 84. – P. 410–412.
5. Yu, T.E. J.-C. Ectendomycorrhizal associations – characteristics and functions / T.E. J.-C. Yu, K.N. Egger, R.L. Peterson // Mycorrhiza. – 2001. – Vol. 11. – P. 167–177.
6. Peterson, R. Larry Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology / R. Larry Peterson, Hugues B. Massicotte, Lewis H. Melville. – Ottawa: NRC Research Press, 2004. – 173 p.
7. Келли, А. Микотрофия у растений / А. Келли. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1952. – 239 с.
8. Melin, E. Till kännedom om mykorrhizas vamparnas spridningssätt hos Ericacerna / E. Melin // Bot. Not. – 1921. – P. 283–286.
9. Титаев, А.А. Биология высших грибов / А.А. Титаев. – М.: Наука, 1976. – 80 с.
10. Колесников, В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений / В.А. Колесников. – М.: Колос, 1974. – 509 с.
11. Исаченко, А.Г. Типы ландшафтов Нечерноземья Европейской России / А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. – 1979. – Т. 111, вып. 1. – С. 9–10.
12. Гельтман, В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В.С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
13. Геоботаническое районирование СССР / под ред. Е.М. Лавренко. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 152 с.
14. Цинзерлинг, Ю.Д. География растительного покрова Северо-Запада Европейской части СССР / Ю.Д. Цинзерлинг. – Л.: Академия наук СССР, 1934. – 359 с.
15. Веселкин, Д.В. Морфологическая изменчивость и адаптивное значение эктомикориз хвойных (*Pinaceae* Lindl.): автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Д.В. Веселкин; Ин-т экологии растений и животных РАН. – Екатеринбург, 2013. – 40 с.
16. Suvi, T. Ectomycorrhizal fungal diversity of birch in Tagamoisa wooded meadow and the adjacent forest. Master of Science Thesis / T. Suvi. – Tartu, 2005. – 46 p.

17. Ishida, T.A. Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed conifer-broadleaf forests / T.A. Ishida, K. Nara, T. Hogetsu // *New Phytol.* – 2007. – Vol. 174. – P. 430–440.
18. Walbert, K. Ectomycorrhiza of *Pinus radiata* (D. Don 1836) in New Zealand – an above – and belowground assessment / K. Walbert, T.D. Ramsfield, H.J. Ridgway, E.E. Jonaes // *Australasian Mycologist.* – 2010. – Vol. 29. – P. 7–16.
19. Smith, S.E. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales / S.E. Smith, F.A. Smith // *Ann. Biol.* – 2011. – Vol. 62. – P. 227–250.
20. Якушко, О.Ф. Геоморфология: учебник для студентов высш. учеб. заведений по специальностям «География», «Геоэкология» / О.Ф. Якушко, Ю.Н. Емельянов, Д.Л. Иванов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2011. – 320 с.
21. Blaschke, H. Einfluss von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln von Fichten / H. Blaschke // *Forstw. Cbl.* – 1986. – Bd. 105. – H. 4. – S. 324–329.
22. Kocourek, R. Fine root and mycorrhizal biomass in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst. Forest stands under different pollution stress / R. Kocourek, A. Bystřičan // *Ecological and applied aspects of ecto- and endomycorrhizal associations.* – 1989. – Praha. – Pt. 1. – P. 235–242.

R E F E R E N C E S

1. Karatygin I.V. *Koevolutsiya gribov i rastenii* [Coevolution of Fungi and Plants], St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993, 118 p.
2. Ezau K. *Anatomiya semennikh rastenii* [Anatomy of Seed Plants], Moscow, Mir, 1980, 558 p.
3. Saliyev R.K. *Botanicheski zhurnal* [Botanical Journal], 1958, 43(6), pp. 869–876.
4. LePage, B.A. Fossil ectomycorrhizae from the Middle Eocene / B.A. LePage, R.S. Currah, R.A. Stockey, G.W. Rothwell. – *Am. J. Bot.*, 84. 1997. – P. 410–412.
5. Yu, T.E.J.-C. Ectendomycorrhizal associations – characteristics and functions / T.E.J.-C. Yu, K.N. Egger, R.L. Peterson // *Mycorrhiza*, Vol. 11, 2001, pp. 167–177.
6. Peterson, R. Larry *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology* / R. Larry Peterson, Hugues B. Massicotte, Lewis H. Melville. – Ottawa: NRC Research Press, 2004. – 173 p.
7. Kelly A. *Mikotrofiya u rastenii* [Mycotrophy of plants], Moscow, Izdatelstvo inostrannoi literatury, 1952, 239 p.
8. Melin, E. Till kännedom om mykorrhizas vamparnas spridningssätt hos Ericacerna / E. Melin // *Bot. Hot.* – 1921. – P. 283–286.
9. Titayev A.A. *Biologiya visshikh gribov* [Biology of Higher Fungi], Moscow, Nauka, 1976, 80 p.
10. Kolesnikov V.A. *Kornevaya sistema plodovikh i yagodnikh rastenii* [Root System of Fruit and Berry Plants], Moscow, Kolos, 1974, 509 p.
11. Isachenko A.G., Shliapnikov A.A. *Izvestiya vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva* [News of Union Geography Society], 1979, 111(1), pp. 9–10.
12. Geltman V.S. *Geograficheski i tipologicheski analiz lesnoi rastitelnosti Belorussii* [Geographical and Typological Analysis of Wood Plants of Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1982, 326 p.
13. Lavrenko E.M. *Geobotanicheskoye raionirovaniye SSSR* [Geobotanical Regioning of the USSR], Moscow, Leningrad, Izdatelstvo AN SSSR, 1947, 152 p.
14. Tsinzerling Yu.D. *Geografiya rastitel'nogo pokrova Severo-Zapada Evropeiskoi chasti SSSR* [Geography of Vegetation of the European North-West of the USSR], Leningrad, Akademiya nauk SSSR, 1934, 359 p.
15. Veselkin D.V. *Morfologicheskaya izmenchivost i adaptivnoye znachenie ektomikoriz khvoynykh (Pinaceae Lindl.)*, *Avroreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoi stepeni doktora biologicheskikh nauk* [Morphological Variation and Adaptive Parameter of *Pinaceae* Lindl. Ectomycorrhiza, Dr.Sc. (Biology) Dissertation Summary], Yekaterinburg, 2013, 40 p.
16. Suvi, T. Ectomycorrhizal fungal diversity of birch in Tagamoisa wooded meadow and the adjacent forest. Master of Science Thesis / T. Suvi. – Tartu, 2005. – 46 p.
17. Ishida, T.A. Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed conifer-broadleaf forests / T.A. Ishida, K. Nara, T. Hogetsu // *New Phytol.* – 2007. – Vol. 174. – P. 430–440.
18. Walbert, K. Ectomycorrhiza of *Pinus radiata* (D. Don 1836) in New Zealand – an above – and belowground assessment / K. Walbert, T.D. Ramsfield, H.J. Ridgway, E.E. Jonaes // *Australasian Mycologist.* – 2010. – Vol. 29. – P. 7–16.
19. Smith, S.E. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales / S.E. Smith, F.A. Smith // *Ann. Biol.* – 2011. – Vol. 62. – P. 227–250.
20. Yakushko O.F., Yemelyanov Yu.N., Ivanov D.L. *Geomorfologiya: uchebnik dlia studentov vysshikh uchebnikh zavedenii po spetsialnostiam «Geografiya», «Geoekologiya»* [Geomorphology, University Student Textbook], Minsk, IVTs Minfina, 2011, 320 p.
21. Blaschke, H. Einfluss von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln von Fichten / H. Blaschke // *Forstw. Cbl.* – Bd. 105. – H. 4. – 1986. – S. 324–329.
22. Kocourek, R. Fine root and mycorrhizal biomass in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst. Forest stands under different pollution stress / R. Kocourek, A. Bystřičan // *Ecological and applied aspects of ecto- and endomycorrhizal associations.* – Praha. – Pt. 1. – 1989. – P. 235–242.

Поступила в редакцию 03.10.2017

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

Анализ инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области

Ю.И. Высоцкий

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

В статье дан анализ распространения борщевика на территории Лиозненского района Витебской области.

Цель исследования – изучить распространение борщевика на территории района, охарактеризовать состояние отдельных очагов инвазии, создать ГИС и векторные карты очагов инвазии борщевика.

Материал и методы. *Материалом являлись инвазивные популяции борщевика на территории Лиозненского района. Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач – с применением электронной карты.*

Результаты и их обсуждение. *Созданы картографическая база данных распространения борщевика в программе OziExplorer и ГИС в программе MapInfo. Проведен ГИС-анализ распространения борщевика на территории района, распределения земель, засоренных борщевиком, по землепользователям. Определено состояние обследованных колоний борщевика и фитоценозов в местах его произрастания.*

При инвентаризации очагов инвазии в 2016 г. зарегистрированы GPS-координаты 32 колоний борщевика общей площадью более 8 га. Это земли сельхозпредприятий 96% (77785 м²), 2% (1767 м²) – земли ЖКХ (мини-полигоны ТКО), 1% (953 м²) – земли населенных пунктов, 1% (623 м²) – придорожные полосы.

На 75% площадей (60971 м²) борьба с борщевиком не ведется, на 6% (4916 м²) борщевик скашивается частично, на 19% (15028 м²) скашивается регулярно.

Состояние колоний борщевика в Лиозненском районе: доминирует – 68% (площадь 55323 м²), прогрессирует – 14% (11225 м²), стабилен – 2% (1170 м²), угнетен – 16% (13198 м²), отсутствует – 11% (214 м²).

Заключение. *За прошедшие 7 лет успехов в борьбе с распространением борщевика не достигнуто. К 2016 г. в 3 раза возросла площадь, занимаемая борщевиком.*

Ключевые слова: *GPS-навигация, борщевик, гербициды, ГИС, ГИС-технологии, инвазивные популяции, инвентаризация, карта, места произрастания, очаги инвазии, распространение.*

Analysis of Cow-Bream Invasion on the territory of Liozno District of Vitebsk Region

Yu.I. Vysotski

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

Analysis of cow-bream spreading on the territory of Liozno District in Vitebsk Region is presented in the article.

The purpose is to study cow-bream spreading over the territory of the District, to characterize the state of some hotbeds of the invasion, to make up computer and vector maps of cow-bream invasion hotbeds.

Material and methods. *The material was invasion populations of cow-bream on the territory of Liozno District. Ecological and floristic studies were conducted with the application of the detail and route method using GPS-navigation; results were processed with computer technologies and computer mapping, statistic and calculation tasks were solved with the application of the e-map.*

Findings and their discussion. *An OziExplorer map data base of cow-bream spreading as well as MapInfo computer system was compiled. Computer analysis of cow-bream spreading over the territory of the District, distribution of land polluted with cow-bream among land users is made. The state of the studied cow-bream colonies as well as phytocenoses in sites of its growth is identified.*

The inventory of invasion hotbeds in 2016 registered GPS-coordinates of 32 cow-bream colonies, the total area of 8 over hectares. These are agricultural lands, 96% (77785 м²), 2% (1767 м²) – housing companies' lands (mini solid waste sites), 1% (953 м²) – municipal lands and 1% (623 м²) – road side strips.

Cow-bream is not combated with on 75% of areas (60971 м²), cow-bream is partially mowed on 6% (4916 м²), and on 19% (15028 м²) of areas it is regularly mowed.

The state of cow-bream colonies in Liozno District is as follows: it dominates on 68% (the area of 55323 м²), it progresses on 14% (11225 м²), it is stable on 2% (1170 м²), it is subdued on 16% (13198 м²), it lacks on 11% (214 м²).

Conclusion. *In the last 7 years there has been no success in combating the spread of cow-bream. By 2016 the cow-bream area had increased 3 times.*

Key words: *GPS-navigation, cow-bream, herbicides, information systems, information system technologies, invasion populations, inventory, map, site of growth, invasion hotbeds, spreading.*

На территории Витебской области площадь земель, засоренных борщевиком, самая большая в республике, поэтому необходимо предпринимать самые конструктивные меры по минимизации его распространения.

Мероприятия по борьбе с распространением борщевика Сосновского проводятся на основе «Плана действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения чужеродного вида растения – борщевика Сосновского», утвержденного в 2008 году, двух постановлений Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь: 1) «О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации дикорастущих растений» № 106 от 28 ноября 2008 г., 2) «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений» № 2 от 10 января 2009 г., а также «Положения о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию», утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1002 от 07 декабря 2016 г. [1–4].

«Положением...» определяется порядок проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, признанных инвазивными. Мероприятия по борьбе с борщевиком осуществляются в целях охраны жизни и здоровья граждан, охраны и защиты объектов животного мира и среды их обитания, объектов растительного мира и среды их произрастания, охраны водных объектов, охраны окружающей среды в целом, а также предотвращения причинения вреда отдельным отраслям экономики.

Мероприятия включают:

- проведение полевых обследований территории в целях выявления мест произрастания растений, относящихся к видам, распространение и численность которых подлежат регулированию;
- разработку и утверждение районного плана мероприятий;
- проведение работ по регулированию распространения и численности видов растений в соответствии с районным планом мероприятий.

Рекомендации по борьбе с борщевиком предлагают следующие способы ограничения распространения:

1. Уничтожение растений и их стеблекорней вручную (практикуется для малых популяций и одиночных растений): механическое и ручное скашивание малых площадей и неудобий, подрезание верхней части стеблекорня.

2. Многократное скашивание борщевика для истощения стеблекорня и недопущения семеношения. Применяется на больших площадях и в придорожных полосах.

3. Химический метод борьбы – обработка очагов распространения борщевика разными гербицидами. Эффективный и дешевый способ, применяется на сельскохозяйственных полях и в местах, где скашивание невозможно.

4. Комбинированное уничтожение: скашивание и перепашка очагов, обработка гербицидом отрастающего после скашивания борщевика и перепашка после срока ожидания [3–6].

Меры по сдерживанию численности борщевика с 2011 по 2015 год оказались малопродуктивными. Возникли новые очаги инвазии, расширились многие старые колонии.

В 2016 г. ВГУ имени П.М. Машерова выполнялась НИР «Оценка угроз распространения инвазивных видов бальзамин, борщевик, золотарник на территории Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава» в рамках ГПНИ «Природопользование и экология», п/п 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», комплексное задание 2.05 «Оценка угроз и разработка системы рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь».

В ходе работы в 2016 г. была проведена инвентаризация мест произрастания борщевика в Лиозненском районе.

Цель исследования – с применением GPS-навигации и ГИС-технологий выявить площадь распространения инвазивных видов рода борщевик.

В связи с этим проводилась инвентаризация местопроизрастаний борщевика, была создана картографическая база данных распространения борщевика в программе *OziExplorer* и ГИС распространения борщевика в Лиозненском районе, осуществлялся ГИС-анализ данных мониторинга очагов инвазии.

Материал и методы. Материалом являлись очаги инвазии борщевика на территории Лиозненского района. Для разработки маршрута полевых исследований использовались ведомственные данные Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о местах произрастания колоний борщевика.

Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач – применением электронной карты.

Результаты и их обсуждение. По сведениям инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды в 2011 г. в Лиозненском районе находится на учете 13 мест произрастания борщевика у 9 землепользователей общей площадью 2,34 га. Ликвидировано мест произрастания – 1, выявлено новых мест произрастания – 0.

В 2012 г. на учете: мест – 23, пользователей – 9, площадь – 3,91 га, ликвидировано мест – 7 (площадь 0,7 га), выявлено новых мест – 0.

В 2013 г. на учете: мест – 21, пользователей – 9, площадь – 2,9 га, ликвидировано мест – 0, выявлено новых мест произрастания – 4.

В 2014 г. на учете: мест – 25, пользователей – 9, площадь – 4,51 га, ликвидировано мест – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

В 2015 г. на учете: мест – 25, пользователей – 9, площадь – 4,51 га, ликвидировано мест – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

При инвентаризации очагов инвазии в 2016 г. зарегистрированы GPS-координаты 32 колоний борщевика общей площадью более 8 га, что на 6 очагов больше данных о числе мест произрастания и в 2 раза больше официально учтенной площади произрастания.

Это говорит о недостатках в учете местопроизрастаний и выполнении мероприятий по ограничению численности колоний и площади распространения инвазии.

На территории Лиозненского района основное количество очагов сосредоточено в трех центрах инвазии, откуда идет экспансия борщевика. Самый многочисленный по числу мест произрастания борщевика центр инвазии находится рядом с г.п. Лиозно в а/г Адаменки (множественные очаги вокруг фермы и в окрестностях), 2-й центр – «Пневские поля» в окрестностях д. Пнево, 3-й центр – хоздвор бывшей фермы в д. Хотемля, где самая большая колония в районе (2,6 га) (рис. 1).

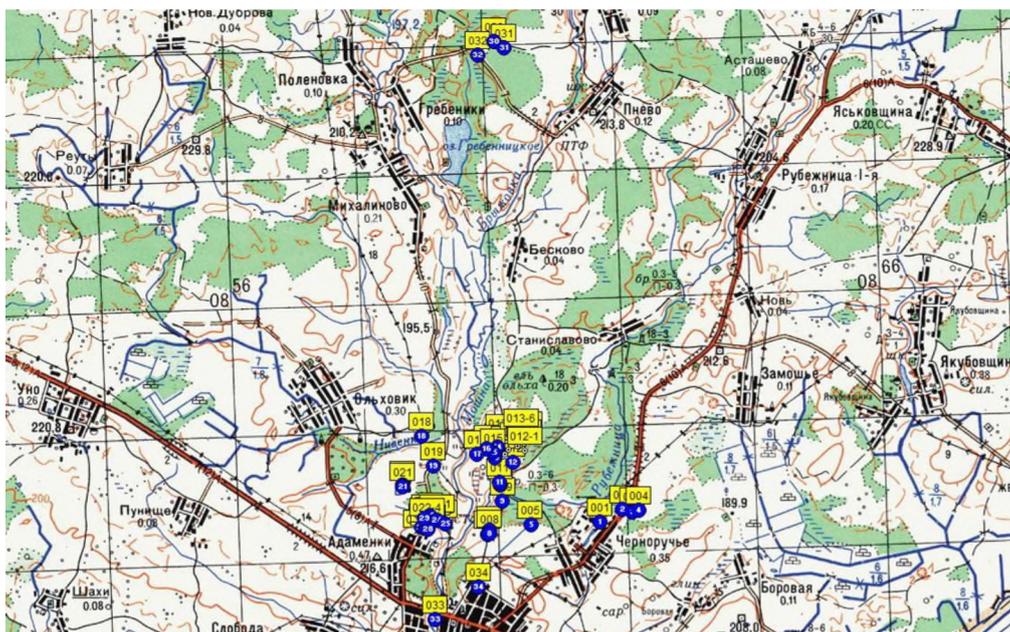


Рис. 1. Места произрастания борщевика в окрестностях г.п. Лиозно.

На основании полевых исследований распространения борщевика были созданы картографическая база данных распространения борщевика в программе *OziExplorer* и ГИС в программе *MapInfo*. Средствами ГИС проведен анализ распространения борщевика на территории района, распределения земель, засоренных борщевиком, по землепользователям, состояния обследованных колоний и фитоценозов в местах произрастания борщевика, а также состояния инвазивного вида по отношению к растительному сообществу в месте произрастания.

В ходе инвентаризации мест произрастания борщевика для классификации колоний борщевика по пространственному расположению нами были выделены 5 типов колоний: площадные, пятнистые, ленточные, ленточно-пятнистые, точечные [7].

По окружающей растительности выявлены 6 градаций взаимозависимых состояний инвазивного вида и лугового фитоценоза в очаге инвазии. Для описания колоний предложено 6 категорий состояния колоний борщевика: доминирует, прогрессирует, стабилен, угнетен, сильно угнетен, уничтожен [7].

На территории Лиозненского района из 32 зарегистрированных колоний борщевика 28 относится к малым колониям (до 500 м²), 3 колонии средних размеров (до 1 га), 1 колония большого размера площадью > 1 га.

Распределение площади земель, засоренных борщевиком, по землепользователям следующее: 1) Бабиновичский с/с – 455 м²; 2) КПРСУП «Витебскоблдорстрой» – 623 м²; 3) КУСХП «Крынки» – 25846 м², ОАО «Адаменки» – 48059 м², ОАО «Барсеево» – 100 м², ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод» – 214 м², фермерское хозяйство «Лучеса-С» – 3666 м², УПЖКХ Лиозненского района (мини-полигоны ТКО) – 1768 м², г.п. Лиозно (Лиозненский р/с) – 498 м².

По категориям состояния колонии борщевика в Лиозненском районе распределились следующим образом: доминирует – 68% (площадь 55323 м²), прогрессирует – 14% (11225 м²), стабилен – 2% (1170 м²), угнетен – 16% (13198 м²), отсутствует – < 1% (214 м²) (рис. 2).

Состояние колоний борщевика на территории Лиозненского района

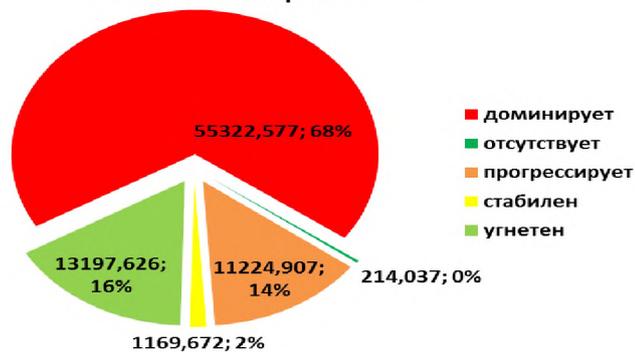


Рис. 2. Диаграмма 1.

Анализ соотношения объемов разных мероприятий по борьбе с борщевиком в Лиозненском районе отображен в диаграмме 2 (рис. 3).

Соотношение пораженных борщевиком площадей и мероприятий по его уничтожению в Лиозненском районе

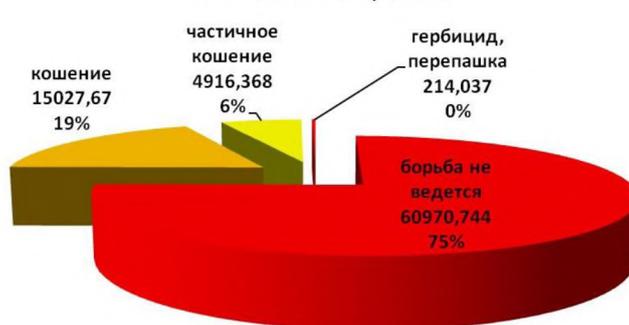


Рис. 3. Диаграмма 2.

На 75% площадей (60971 м²) борьба с борщевиком не ведется, на 6% (4916 м²) борщевик скашивается частично, на 19% (15028 м²) скашивается регулярно.

По типам земель площади, засоренные борщевиком, распределяются так: подавляющая часть площадей, засоренных борщевиком, – это земли сельскохозяйственных предприятий – 96% (77785 м²), 2% (1767 м²) – земли ЖКХ (мини-полигоны ТКО), 1% (953 м²) – земли населенных пунктов, 1% (623 м²) – придорожные полосы. Соотношение площадей, засоренных борщевиком на разных землях, показано на диаграмме 3 (рис. 4).

Типы земель, пораженных борщевиком на территории Лиозненского района

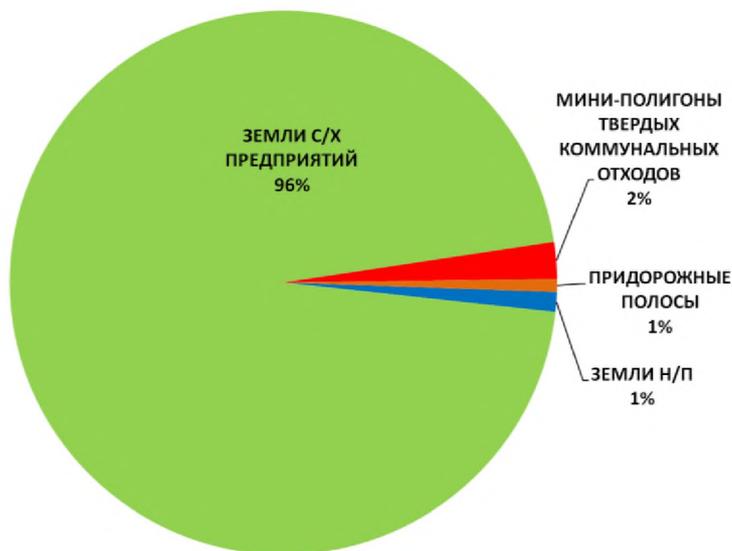


Рис. 4. Диаграмма 3.

Соотношение состояния колоний борщевика в Лиозненском районе на разных типах земель отражено в табл. 1.

Таблица 1

Состояние колоний борщевика на разных типах земель

Типы земель	Состояние колоний борщевика в Лиозненском районе (в м ²)					всего земель
	доминирует	прогрессирует	стабилен	угнетен	сильно угнетен	
Земли н/п	0	738,119	0	214,653	0	952,772
Земли с/х предприятий	54867,77	8747,634	1169,672	12786,4	214,037	77785,513
Мини-полигоны ТКО	0	1767,538	0	0	0	1767,538
Придорожные полосы	0	426,423	0	196,574	0	622,997

Объемы различных мероприятий по борьбе с борщевиком отражены в табл. 2.

Таблица 2

Мероприятия по борьбе с борщевиком на разных типах земель

Типы земель	Объемы мероприятий по борьбе с борщевиком (м ²)				общая площадь мероприятий
	гербицид, перепашка	кошение	частичное кошение	борьба не ведется	
Земли н/п	0	214,653	0	738,119	952,772
Земли с/х предприятий	214,037	14616,443	4782,88	58172,15	77785,512
Мини-полигоны ТКО	0	0	0	1767,538	1767,538
Придорожные полосы	0	196,574	133,488	292,935	622,997
Итого по району	214,037	15027,67	4916,368	60970,74	81128,819

Анализ состояния обследованных мест произрастания борщевика и результативности проводимых мероприятий по предотвращению его неконтролируемого распространения позволил выявить наиболее вероятные пути дальнейшей экспансии борщевика.

Установлено, что новые колонии борщевика возникают вследствие невыполнения разработанных в 2010 г. планов мероприятий по ограничению его распространения: несвоевременного скашивания обочин и придорожных полос, большого количества заброшенных пахотных земель, невовлечения в хозяйственный оборот территорий закрытых ферм и заброшенных подворий в вымирающих деревнях. В результате идет быстрый разнос семян борщевика транспортом и водными потоками вдоль грунтовых дорог и пойм ручьев, распространение ветром по брошенным участкам неперспективных деревень и пустырям на местах бывших сельхозпостроек. Это особенно актуально для Белорусского Поозерья с большим количеством неудобий, косогоров, оврагов, заброшенных малоконтурных полей, которые стали основными плацдармами для продвижения и расширения инвазивных колоний борщевика [5–7].

Заключение. Несмотря на ежегодно принимаемые меры по сдерживанию численности борщевика за период с 2011 по 2015 год, они оказались малопродуктивными. Возникли новые очаги инвазии, расширились многие старые колонии. За 5 лет в Лиозненском районе значительно увеличилось количество мест произрастания и более чем в 3 раза (на 5 га) возросла площадь, занимаемая борщевиком.

При обследовании установлено, что на 75% площадей, засоренных борщевиком, никаких мероприятий по борьбе не проводится, на 19% площадей борщевик скашивается, на 6% площадей скашивается частично. Уничтожение борщевика гербицидом или путем перепашки очага не практикуется. Поэтому борщевик на больших площадях обсеменяется и быстро захватывает новые территории. В ближайшие годы площади, занятые борщевиком, значительно увеличатся.

Среди 32 колоний борщевика, произрастающих на территории Лиозненского района, к категории доминирующих и прогрессирующих относится 72%, стабильны – 2% (придорожные полосы), угнетены – 16% (3724,5 м²).

Для сокращения площади зарослей борщевика необходимо регулярно и в полном объеме выполнять все запланированные мероприятия по борьбе с чужеродным и вредоносным растением.

ЛИТЕРАТУРА

1. План действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения чужеродного вида растения – борщевика Сосновского / Постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 06/214-384 от 4.10.2008 г. – Минск, 2008.
2. О некоторых вопросах регулирования интродукции и (или) акклиматизации дикорастущих растений: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь № 106 от 28 нояб. 2008 г. – Минск, 2008.
3. О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь № 2 от 10 янв. 2009 г. – Минск, 2009.
4. Положение о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию: постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 1002 от 07 дек. 2016 г. – Минск, 2016.
5. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский / Ин-т экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2009. – 40 с.
6. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского / сост.: Н.В. Дальке, И.Ф. Чадин. – Сыктывкар, 2008. – 28 с.
7. Высоцкий, Ю.И. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Дубровенского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий, Л.М. Мерзвинский, А.Б. Торбенко, Ю.И. Новикова, С.Э. Латышев, И.М. Морозов // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2017. – № 3(96). – С. 49–55.

REFERENCES

1. *Plan deistvii po predotvrashcheniyu i minimizatsii ushcherba ot rasprostraneniya chuzherodnogo vida rasteniya – borshchevika Sosnovskogo, Postanovleniye Soveta ministrov RB № 06/214-384 ot 4.10.2008 g.* [Plan to Prevent and Minimize the Damage from Spreading the Alien Species of Cow-Berry, № 06/214-384, 4.10.2008 Council of Ministers of the RB Decree], Minsk, 2008.
2. *O nekotorykh voprosakh regulirovaniya introduktsii i (ili) akklimatizatsii dikorastushchikh rastenii, Postanovleniye Ministerstva prirodnikh resursov i okhrani okruzhayushchei sredi Respubliki Belarus № 106 ot 28 noyabrya 2008 g.* [On some Issues of Controlling the Introduction and (or) Acclimatization of Wild Plants, № 106, November 28, 2008 Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus Decree], Minsk, 2008.
3. *O nekotorykh voprosakh regulirovaniya rasprostraneniya i chislennosti vidov dikorastushchikh rastenii, Postanovleniye Ministerstva prirodnikh resursov i okhrani okruzhayushchei sredi Respubliki Belarus № 2 ot 10 yanvaria 2009 g.* [On some Issues of Controlling the Spread and the Number of Wild Plant Species, № 2, January 10, 2009 Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus Decree], Minsk, 2009.
4. *Polozheniye o poriadke provedeniya meropriyatii po regulirovaniyu rasprostraneniya i chislennosti vidov rastenii, rasprostraneniye i chislennost kotorikh podlezhat regulirovaniyu Postanovleniyem Soveta Ministrov Respubliki Belarus № 1002 ot 07 dekabrya 2016* [Provision on the Order of Events which Control the Spread and the Number of Plant Species which are to be Controlled by № 1002 December 7, 2016 Decree of the Council of Ministers of the Republic of Belarus].
5. Laman N.A., Prokhorov V.N., Maslovski O.M. *Gigantskiye borshcheviki – opasniye invazivniye vidy dlia prirodnikh kompleksov i naseleniya Belarusi* [Gigantic Cow-Bream – Dangerous Invasive Species for Nature Complexes and the Population of Belarus], Institut eksperimentalnoi botaniki im. V.F. Kuprevichy NAN Belarusi, Minsk, 2009, 40 p.
6. Dalke N.V., Chadin I.F. *Metodicheskiye rekomendatsii po borbe s nekontroliruyemyim rasprostraneniym borshchevika Sosnovskogo* [Guidelines on Combating Uncontrolled Spreading of Cow-Bream], Syktivkar, 2008, 28 p.
7. Vysotski Yu.I., Merzhvinski L.M., Torbenko A.B., Novikova Yu.I., Latyshev S.E., Morozov I.M. *Vesnik Vitsebskaga dzharzhavnaga un-ta* [Journal of Vitebsk State University], 2017, 3(96), pp. 49–55.

Поступила в редакцию 17.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: yura-v@tut.by – Высоцкий Ю.И.

Совкообразные чешуекрылые (Lepidoptera, Noctuoidea) садовых участков Белорусского Поозерья

А.А. Лакотко

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

Отток сельского населения и рост городов спровоцировал такую тенденцию, как увеличение площадей дачных поселков, рост числа садовых товариществ, расширение частного сектора в окрестностях крупных городов. Это не может не сказаться и на изменении структуры фауны существенных по площади территорий в градиенте город–пригород. Наиболее актуально выявление комплекса фитофагов, стоящих в начале пищевых цепей.

Цель исследования – уточнение видового состава совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) садовых участков Белорусского Поозерья.

Материал и методы. *Материал получен в результате полевых исследований в разных районах Белорусского Поозерья и изучения коллекции А.П. Донов (ВГУ). Собирался традиционным для данной группы методом – путем привлечения имаго на свет. При составлении списка видов использовались последние обобщающие работы по фауне Европы и Палеарктики.*

Результаты и их обсуждение. *Выполненный анализ позволил сформировать таксономический список совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) насекомых фауны Белорусского Поозерья, которые отмечены в частном секторе городов и дачных кооперативов, скверах, садах и парках, а также сходных биотопах, гусеницы которых способны повреждать надземные и подземные части садовых и декоративных растений. Он представлен аннотациями, содержащими краткую информацию об основных чертах биологии и экологии, характере наносимого вреда.*

Заключение. *В результате собственных сборов, обработки коллекционных материалов и литературных данных составлен аннотированный список видов надсемейства Noctuoidea, садов, дачных поселков, деревень, городских парков и ботанического сада г. Витебска, включающий 128 видов из 3 семейств, из них 9 видов семейства хохлаток (Notodontidae), 2 вида карликовых шелкопрядов (Nolidae), 117 видов эребид (Erebidae).*

Ключевые слова: *Noctuoidea, Notodontidae, Nolidae, Erebidae, Noctuidae, Белорусское Поозерье, садовые участки, фауна, чешуекрылые.*

Noctuid mots (Lepidoptera, Noctuoidea) of Gardens of Belarusian Lake District (Poozerye)

A.A. Lakotko

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

The outflow of rural population and the growth of cities resulted in an increase in the area of holiday villages, an increase in the number of garden associations, and the expansion of the private housing sector in the vicinity of large cities. This can not but affect the change in the structure of fauna of considerable size areas in the gradient of the city-suburbs. The most relevant is the identification of a complex of phytophages which are located at the beginning of food chains.

The aim of the study is specification of the species composition of Noctuid mots (Lepidoptera, Noctuoidea) of gardens of Belarusian Lake District.

Material and methods. *The material was obtained as a result of field research in different areas of Belarusian Poozerye and studies of the collections of A.P. Donovan (VSU). The collection was made by traditional for this group of methods, mainly by attracting imagos to light. When compiling the list, the latest generalizing works on the fauna of Europe and the Palearctic were used.*

Findings and their discussion. *The analysis made it possible to compile a taxonomic list of Noctuoidea of the insects of Belarusian Poozerye fauna, which are identified in private housing areas of cities and holiday cottage villages, gardens, parks, city parks and botanical garden of Vitebsk, and the caterpillars of which damage overground and underground parts of garden and decorative plants. The list is supplied with brief information on the main features of biology and ecology as well as the character of the damage.*

Conclusion. *As a result of collection, collected material processing and literature sources a list of species of Noctuoidea superfamily of gardens, holiday cottage villages, villages, city parks and the botanical gardens of the City of Vitebsk, which comprises 128 species from 3 families, was compiled. Among them 9 species belong to the family of Notodontidae, 2 species – Nolidae, 117 species – Erebidae.*

Key words: *Noctuoidea, Notodontidae, Nolidae, Erebidae, Noctuidae, Belarusian Lake District, gardens, fauna, lepidoptera.*

В наши дни все большую популярность приобретают частные дома с приусадебными участками. В связи с этим расширяется частный сектор городов и дачных кооперативов, появляются коттеджные поселки, меняется облик малых городов и поселков городского типа. Расширяется спектр услуг компаний, занимающихся ландшафтным дизайном и питомников, выращивающих декоративные и плодово-ягодные растения. В результате появляются новые местообитания для животных, особенно для такого обширного по числу таксонов и особей, как насекомые. Большинство из них формируют устойчивые топические и трофические связи с хозяйственно значимыми для человека растениями, включая интродуцированные. Многие насекомые-фитофаги являются опасными вредителями, а отдельные – опылителями. С изменением климата отдельные виды завоевывают новые экологические ниши, в том числе благодаря появлению растений, акклиматизированных на севере Беларуси, не характерных для флоры региона. Все это обуславливает актуальность всесторонних исследований насекомых приусадебных участков, населенных пунктов, различных по площади, а также в градиенте город–пригород. Одним из наиболее удобных объектов для этого являются насекомые отряда чешуекрылые (Insecta, Lepidoptera), так как обладают высокой численностью и видовым богатством; на личиночной стадии питаются различными органами растений, а на стадии имаго многие из них являются опылителями и палинофагами.

Садовые участки и другие, созданные человеком местообитания, такие как палисадники, скверы, сады, парки, поселки и деревни, имеют, с одной стороны, большие площади, сходные по своему флористическому составу и постоянному присутствию человека, однако, с другой стороны, могут обладать различными микроклиматическими условиями и разнообразием экологических ниш. Кроме того участки частного сектора очень разнообразны и по степени их ухоженности, агротехнике, применению ядохимикатов, набору растений и другим параметрам.

Гусеницы чешуекрылых (Lepidoptera) составляют значительную долю в структуре комплексов фитофагов многих огородных, плодовых и декоративных растений. Одновременно садовые участки, палисадники, огороды, сады и парки представляют собой резерват опасных вредителей сельскохозяйственных культур и лесов. Несмотря на достаточно высокую степень изученности населения чешуекрылых Беларуси, достигнутую, прежде всего, многолетними исследованиями О.И. Мержеевской [1; 2], В.Г. Анфиногеновой [3], А.В. Кулака с коллегами [4; 5], а также некоторыми работами автора с коллегами [6; 7]), беспозвоночные-фитофаги растений приусадебных участков до настоящего времени комплексно не изучались. Есть фрагментарные сведения прежде всего в контексте отдельных аспектов экологии насекомых, а также их значения как потенциальных вредителей отдельных культур [1; 8]. До настоящего времени целенаправленные экологические исследования беспозвоночных – вредителей растений садовых участков в Беларуси не проводились.

Цель – уточнение видового состава совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) садовых участков Белорусского Поозерья.

Материал и методы. Материал получен в результате полевых исследований в Миорском, Верхнедвинском, Россонском, Полоцком, Лепельском, Шумилинском, Городокском, Ушачском и Витебском районах Витебской области (рис.) и изучения коллекции А.П. Донова (ВГУ). Собирались традиционными для данной группы методами, главным образом путем привлечения имаго на свет и учета гусениц у некоторых видов. При составлении списка использовались последние обобщающие работы по фауне Noctuoidea Европы и Палеарктики [9; 10].

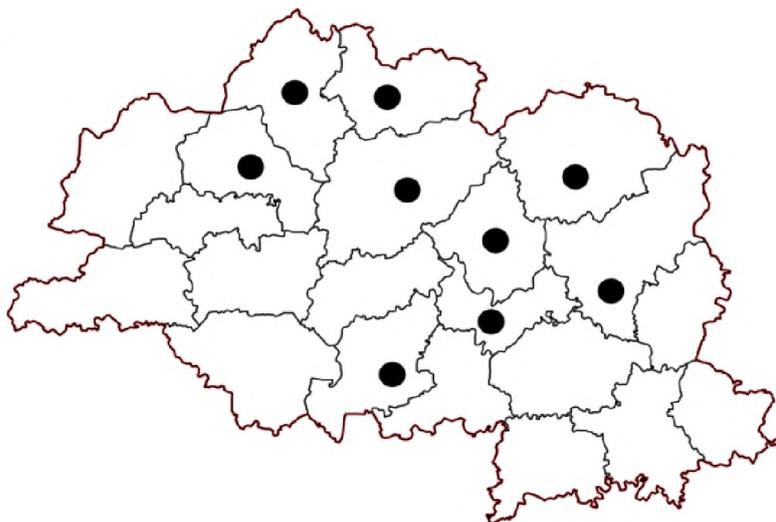


Рис. Места сбора материала.

Результаты и их обсуждение. Выполненный анализ позволил сформировать таксономический список совкообразных чешуекрылых насекомых фауны Белорусского Поозерья, которые отмечены в указанных биотопах, или гусеницы которых способны повреждать надземные и подземные части садовых и декоративных растений. Он представлен аннотациями, содержащими краткую информацию об основных чертах биологии и экологии, характере наносимого вреда.

Неоценимую помощь в определении многих видов оказал Е.А. Держинский, а также предоставивший для обработки коллекционный материал кандидат биологических наук И.А. Солодовников (Витебск). За ряд ценных замечаний и советов при подготовке данной статьи кандидату биологических наук Г.Г. Сушко автор признателен за помощь.

Сем. Notodontidae Stephens, 1829 (Хохлатки)

1. *Cerura vinula* (Linnaeus, 1758). Чаше встречаются гусеницы. Лет имаго с мая по июль. Гусеницы на ивах, тополе [8].
2. *Notodonta torva* (Hübner, [1803]). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на тополе [8].
3. *Notodonta dromedarius* (Linnaeus, 1767). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на березе, тополе, иве, ольхе, лещине [8].
4. *Notodonta ziczac* (Linnaeus, 1758). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на тополе, иве, дубе [8].
5. *Pterostoma palpina* (Clerck, 1759). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на тополе, иве, ольхе, липе, дубе [8].
6. *Odonthosia sieversii* (Ménétriés, 1856). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на березе [8].
7. *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758). Повсеместно. Май-июль. Гусеницы на березе, иве, липе, клене, ольхе, дубе, вязе [8].
8. *Clostera curta* (Linnaeus, 1758). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на тополе, иве [8].
9. *Clostera pigra* (Hufnagel, 1766). Повсеместно. Май-июнь, июль-август. Гусеницы на ивах, тополе [8].

Сем. Nolidae Bruand, 1846 (Карликовые шелкопряды)

10. *Nola aerugula* (Hübner, 1793). Повсеместно. Май-июль. Гусеницы на клевере, лядвинце и др. [8].
11. *Pseudoips prasinana* (Linnaeus, 1758). (=fagana (Fabricius, 1781)). Повсеместно. Май-июль. Гусеницы на дубе, березе, лещине и других деревьях [8].

Сем. Erebidae Leach, [1815] (Эребиды)

12. *Scoliopteryx libatrix* (Linnaeus, 1758). Распространен повсеместно, летает с середины июля до осени и после перезимовки до середины мая в лиственных лесах и парках; предпочитает освещенные места – вырубки, редколесье. Гусеницы живут на иве и тополе [1].
13. *Rivula sericealis* (Scopoli, 1763). Повсеместно, развивается в двух поколениях. Лет первого поколения проходит с середины мая до конца июня, второго – со второй декады июля до второй декады сентября. Чаше встречается на полях, отмечен также в редколесье не сильно увлажненных лесов, в садах и парках. Гусеницы на злаках, вике, вязеле, астрагале [1].
14. *Hypena proboscidalis* (Linnaeus, 1758). Повсеместно. Бабочки летают в июле и августе. Гусеницы со второй декады июля до половины сентября на хмеле и крапиве двудомной [1].
15. *Hypena rostralis* (Linnaeus, 1758). Отмечен повсеместно, развивается в двух поколениях. Летает с мая до середины сентября. Гусеница на хмеле, крапиве двудомной, ежевике, малине. Зимует бабочка [1].
16. *Leucoma salicis* (Linnaeus, 1758). Встречается единичными экземплярами в садах и парках. Лет имаго с конца мая до августа. Гусеницы на иве, тополе, осине [1].
17. *Euproctis chryorrhoea* (Linnaeus, 1758). В садах и парках с июня по август. Гусеницы на груше, дубе [1].
18. *Euproctis similis* (Fuessly, 1775). Отмечен повсеместно, лет в июне-июле. Гусеницы на ивах, дубе, яблоне, тополях и двудольных травах [1].
19. *Arctia caja* (Linnaeus, 1758). Луго-лесные станции, поля, сады, питомники. Полифаг, гусеницы в общей сложности повреждают более 150 видов растений 50 ботанических семейств. Зимует гусеница [6].
20. *Spilarctia lutea* (Hufnagel, 1766). Эврибионт: смешанные леса, поля, сады, огороды, парки, населенные пункты. Гусеницы на яблоне, вишне, крыжовнике и др. розовых. Зимует куколка [6].
21. *Spilosoma lubricipedum* (Linnaeus, 1758). Эврибионт, смешанные и лиственные леса, луга, поля и кустарники. Гусеницы на многих травянистых, полевых культурных растениях. Зимует куколка [6].
22. *Diacrisia sannio* (Linnaeus, 1758). Эврибионт, смешанные и лиственные леса, луга, поля и кустарники. Гусеницы на крапиве, подорожнике, гречишных, яснотковых. Зимует гусеница [6].
23. *Rhyparia purpurata* (Linnaeus, 1758). Эврибионт, смешанные и лиственные леса, луга, поля и кустарники. Гусеницы на многих плодовых и травянистых растениях. Зимует гусеница [6].

24. *Phragmatobia fuliginosa* (Linnaeus, 1758). Эврибионт. Леса, поля, сады, питомники, населенные пункты. Гусеницы на многих травянистых, полевых культурных растениях. Зимует гусеница [6].
25. *Cybosia mesomella* (Linnaeus, 1758). Леса, лесные поляны, опушки, заросли кустарников. Гусеницы на лишайниках. Зимует, вероятно, гусеница [6].
26. *Eilema sororcula* (Hufnagel, 1766). Леса, лесные поляны, опушки, заросли кустарников. Гусеницы на лишайниках на стволах лиственных деревьев. Зимует гусеница [6].
27. *Eilema griseola* (Hübner, [1803]). Смешанные и лиственные леса, опушки, парки, заброшенные сады, населенные пункты. Гусеницы на лишайниках на стволах дуба, ольхи, тополя. Зимует гусеница [6].
28. *Lygephila pastinum* (Treitschke, 1826). Леса, лесные поляны, опушки. Повсеместно. Гусеницы на бобовых [1].
29. *Lygephila viciae* (Hübner, [1822]). Кустарники, суходолы, опушки лесов с преобладанием сосны. Гусеницы на вике, чине, астрагале, вязеле. Повсеместно [1].
30. *Phytometra viridaria* (Clerck, 1759). Луга и кустарники. Лет имаго с конца мая до конца июня и в августе. Гусеницы на истодовых [1].
31. *Colobochyla salicalis* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Встречается единичными экземплярами в садах и парках. Лет имаго с конца мая до августа. Гусеницы на иве, тополе, осине [1].
32. *Laspeyria flexula* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Преимущественно хвойные леса. Лет имаго с конца июня до конца августа. Гусеницы на лишайниках. Редко [1].
33. *Catocala fraxini* (Linnaeus, 1758). Эврибионт. Леса, лесопарки, парки, скверы. Гусеницы на ивовых, тополях, осине, березе, ольхе; буковых, розовых [7].
34. *Catocala nupta* (Linnaeus, 1767). Эврибионт. Леса разного типа с присутствием ивы, лесопарки, парки, скверы. Зимует яйцо. Гусеницы на ивовых: ивах, тополях, осине [7].
35. *Catocala electa* (Vieweg, 1790). Леса разного типа с присутствием ивы, тополя, лесопарки, парки, скверы. Гусеницы на ивовых: ивах, тополях [7].
36. *Catocala pacta* (Linnaeus, 1758). Леса разного типа, лесопарки, парки, скверы. Гусеницы на ивах [7].
37. *Euclidia glyphica* (Linnaeus, 1758). Луга, поля, клеверища, лесопарки, парки, скверы, сады. Зимует куколка. Гусеницы на бобовых, реже гречишных [1].
38. *Callistege mi* (Clerck, 1759). Луга, поля, леса. Гусеницы на бобовых. Зимует куколка [1].
39. *Abrostola tripartita* (Hufnagel, 1766) (= *triplasia* auctt. nec Linnaeus, 1758). Повсеместно, нечасто. Лет с мая по сентябрь. Гусеницы на крапиве двудомной [1].
40. *Abrostola triplasia* (Linnaeus, 1758) (= *trigeminal* Werneburg, 1864). Луга, леса, парки. Лет с мая по сентябрь. Гусеницы на крапиве двудомной [1].
41. *Macdunnoughia confusa* (Stephens, 1850). На лугах и лесных луговинах, реже в кустарниках и полях. Гусеницы живут на яснотке, тысячелистнике, пулавке, одуванчике и других растениях. Развивается в двух поколениях [1].
42. *Diachrysis chrysitis* (Linnaeus, 1758). Леса, луга, поля, парки, сады. Развивается в двух поколениях. Гусеницы живут на яснотке, крапиве, шалфее и других растениях [1].
43. *Diachrysis stenochrysis* (Warren, 1913) (= *tutti* Kostrowicki, 1961). Повсеместно, развивается в двух поколениях. Гусеницы живут на яснотке, крапиве, ноготках, шалфее и др. [1].
44. *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758). Встречается повсеместно. Летает с середины июня до сентября. Широкий полифаг, кроме злаковых [1].
45. *Plusia festucae* (Linnaeus, 1758). Встречается повсеместно. Развивается в двух поколениях. Летает с начала июня до середины июля и с третьей декады июля до конца августа. Гусеницы живут на осоке, маннике, тростнике, овсянице, частухе, рогозе, ежеголовнике [1].
46. *Deltote bankiana* (Fabricius, 1775). Повсеместно. Луга, кустарники. Лет с мая по август. Гусеницы живут на осоковых [1].
47. *Emmelia trabealis* (Scopoli, 1763). Встречается повсеместно, развивается в двух поколениях. Лет бабочек с середины мая до конца августа. Основное местообитание – поле, часто встречается на лугах, в садах, парках, изредка – в лесах. Гусеницы питаются вьюнковыми. Зимует куколка [1].
48. *Colocasia coryli* (Linnaeus, 1758). В лесах и парках, лет в июне, июле. Гусеницы на различных лиственных деревьях [1].
49. *Diloba caeruleocephala* (Linnaeus, 1758). В садах, парках, реже в лесах. Полифаг, гусеницы на плодовых и лиственных, вредит садоводству [1].
50. *Moma alpium* (Osbeck, 1778). Лиственные леса, парки. Лет с середины мая до середины июля. Гусеницы на дубе, березе [1].

51. *Simyra albovenosa* (Goeze, 1781). С конца апреля до середины июня, в лесах, кустарниках, на лугах. Полифаг [1].
52. *Acronicta psi* (Linnaeus, 1758). Леса, сады, парки. В двух поколениях, лет с середины мая по июль, с середины июля до сентября. Полифаг, гусеницы на лиственных, в том числе плодовых [1].
53. *Acronicta auricoma* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Хвойные леса, окраины болот, реже парки. Лет с мая по август. Гусеницы на березе, иве, рябине, черемухе, вязе, розе и др. [1].
54. *Acronicta rumicis* (Linnaeus, 1758). Леса, сады, парки. В двух поколениях, лет с середины мая до середины июня, с начала июля до сентября. Широкий полифаг [1].
55. *Acronicta aceris* (Linnaeus, 1758). Леса, парки, сады. Лет с начала июня до середины августа. Гусеницы на клене, каштане и других лиственных [1].
56. *Acronicta leporina* (Linnaeus, 1758). Леса разного типа, парки. Лет с конца мая по конец июля. Гусеницы на березе, иве, ольхе [1].
57. *Cucullia lucifuga* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Луга, сады, поселки. Гусеницы живут на осоте, одуванчике и других растениях [1].
58. *Cucullia umbratica* (Linnaeus, 1758). Летают в июне, июле на лугах, в различных типах леса, в парках и садах, реже на полях. Гусеницы с середины июня до сентября на осоте, ястребинке, цикории, одуванчике и других растениях [1].
59. *Amphipyra pyramidea* (Linnaeus, 1758). В широколиственных лесах, в сосняках и ельниках черничных, реже в парках и садах. Летают с середины июля до середины сентября. Гусеницы на тополе, дубе, липе, лещине и других деревьях [1].
60. *Amphipyra livida* ([Denis & Schiffermüller], 1775). В парках, садах и лесах. Летают в августе и сентябре. Гусеницы в мае-июне. Живут на одуванчике, ястребинке, щавеле [1].
61. *Brachionycha nubeculosa* (Esper, 1785). Лиственные леса, парки, сады. Гусеницы на березе, вязе, осине, липе и на плодовых деревьях [1].
62. *Allophyes oxyacanthae* (Linnaeus, 1758). Повсеместно. Гусеницы на сливе, боярышнике, рябине [1].
63. *Pyrrhia umbra* (Hufnagel, 1766). Повсеместно. Гусеницы на стальнике, клевере, бобах, шалфее [1].
64. *Eucarta virgo* (Treitschke, 1835). По открытым биоценозам, в садах, в мае-августе. Гусеницы на хризантемах, одуванчике, мяте, ивах [1].
65. *Pseudeustrotia candidula* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Повсеместно, преимущественно поля и сады с конца июля до середины августа. Гусеницы на злаковых и гречишных [1].
66. *Caradrina morpheus* (Hufnagel, 1766). Встречается преимущественно на полях. Отмечен также в садах, парках, на лугах и в различных типах леса. Гусеницы живут на вьюнке, крапиве, яснотке и других травянистых растениях [1].
67. *Hoplodrina blanda* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Встречается в лесах, парках, лугах и полях. Летают с начала июня до августа. Гусеницы на подорожнике, щавеле и других травянистых растениях [1].
68. *Hoplodrina octogenaria* (Goeze, 1781). Встречается в лесах, парках, кустарниках, на лугах и полях. Летают с середины июня до начала августа. Гусеницы в августе, сентябре и после зимовки в мае на крапиве, подорожнике, одуванчике, щавеле и других растениях [1].
69. *Rusina ferruginea* (Esper, [1785]). Летают в июне, июле преимущественно в лесах, реже в парках и садах. Гусеницы в июле, сентябре и после зимовки – в мае, живут на одуванчике, манжетке, землянике и других растениях [1].
70. *Trachea atriplicis* (Linnaeus, 1758). С конца мая по конец августа в лесах, в парках и садах. Гусеницы на гречишных и других растениях [1].
71. *Actinotia polyodon* (Clerck, 1759). Летают с конца мая до конца июня и с середины июля до конца августа на лесных полянах, в парках и садах [1].
72. *Euplexia lucipara* (Linnaeus, 1758). Лет имаго с конца мая до середины августа в лесах, в парках и садах. Гусеницы на малине, ежевике, люпине, яснотке и других растениях [1].
73. *Gortyna flavago* ([Denis & Schiffermüller], 1775). С конца августа в парках и садах, на полях и лесных опушках. Гусеницы в стеблях коровяка, бузины, чертополоха и др. [1].
74. *Hydraecia micacea* (Esper, [1789]). Со второй декады июля по вторую декаду сентября в лесах, парках и садах, на полях. Гусеницы в стеблях тростника, щавеля, осоки, манника и др. [1].
75. *Amphipoea fucosa* (Freyer, 1830). Повсеместно, с июля до конца августа. Гусеницы на злаках, повреждает яровые [1].
76. *Apamea crenata* (Hufnagel, 1766). Повсеместно. Гусеницы на злаковых [1].
77. *Apamea sordens* (Hufnagel, 1766). Преимущественно на полях, с конца мая до конца июня, не часто. Гусеницы питаются семенами злаков [1].

78. *Apamea monoglypha* (Hufnagel, 1766). Повсеместно, преимущественно в лесах, с середины июня до конца августа. Гусеницы сначала на стеблях, затем на корнях злаков [1].
79. *Apamea lateritia* (Hufnagel, 1766). Повсеместно, преимущественно на лугах, полях, огородах, с середины июня до середины августа. Гусеницы сначала на стеблях, затем на корнях злаков [1].
80. *Mesapamea secalis* (Linnaeus, 1758). Леса, луга, поля, кустарники, с конца июня до сентября. Гусеницы на злаках [1].
81. *Mesapamea secalella* (Remm, 1983). Луга, поля, кустарники, с конца июня до сентября. Гусеницы на злаках [1].
82. *Oligia latruncula* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Сады, поля, парки в июне-августе. Гусеницы на злаках [1].
83. *Oligia strigilis* (Linnaeus, 1758). Леса, луга, поля, кустарники, с начала июня до конца июля. Гусеницы на злаках [1].
84. *Cirrhia icteritia* (Hufnagel, 1766). Леса и парки, с начала августа до конца сентября. Гусеницы на срезках и почках ивы, тополя, березы, затем на травянистых растениях [1].
85. *Mesogona oxalina* (Hübner, [1803]). В садах и парках в августе-сентябре. Гусеницы на ивах, тополях, ольхе [1].
86. *Sunira circellaris* (Hufnagel, 1766). Хвойные леса, парки. Август-сентябрь, апрель. Гусеницы питаются цветками вяза, тополя, березы, сливы, дуба, позднее – травянистыми растениями [1].
87. *Conistra vaccinii* (Linnaeus, 1761). На опушках, в парках в сентябре-октябре. Гусеницы на дубе, клене, иве, позднее – на травянистых растениях [1].
88. *Lithophane socia* (Hufnagel, 1766). Широколиственные и смешанные леса и парки. Лет с середины августа до конца сентября и с апреля до середины мая. Гусеницы на дубе, клене, вязе и других деревьях [1].
89. *Lithophane furcifera* (Hufnagel, 1766). Березняки, ольшаники, другие типы леса и парки. Лет с середины августа до конца октября и с апреля до начала мая. Гусеницы на дубе, клене, вязе и других деревьях [1].
90. *Eupsilia transversa* (Hufnagel, 1766). Широколиственные леса, парки и сады. Лет с сентября и до заморозков, после зимовки в апреле до мая. Гусеницы на дубе, липе, клене, вязе, плодовых и других деревьях [1].
91. *Enargia paleacea* (Esper, [1788]). Леса разного типа, парки. Гусеницы на березе, ольхе, осине [1].
92. *Cosmia trapezina* (Linnaeus, 1758). В лесах, парках и садах. Гусеницы на лиственных деревьях [1].
93. *Mniotype adusta* (Esper, [1790]). Сады, поля, парки, редколесья, с июля до сентября и с конца мая до середины июня. Гусеницы на малине, чернике, подмареннике и других растениях [1].
94. *Mniotype satura* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Сосняки, ельники, реже парки, с конца июля до середины сентября. Гусеницы на чернике, вереске, одуванчике и других растениях [1].
95. *Panolis flammea* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Хвойные леса, опушки, парки. Гусеницы вредят сосне, реже ели [1].
96. *Orthosia incerta* (Hufnagel, 1766). Дубовые и березовые рощи, леса с примесью лиственных, сады и парки. Лет в апреле – начале мая. Гусеницы на дубе, липе, клене, сливе, груше, шиповнике, щавеле, одуванчике [1].
97. *Orthosia cruda* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Дубовые и березовые рощи, леса с примесью лиственных, сады и парки. Лет в апреле – начале мая. Гусеницы на дубе, березе, клене, тополе и других растениях [1].
98. *Orthosia populeti* (Fabricius, 1781). Дубравы, осинники, сосняки травяные, парки. Лет в апреле – начале мая. Гусеницы на тополе, осине, дубе, клене [1].
99. *Orthosia gothica* (Linnaeus, 1758). Лиственные и смешанные леса, сады, парки. Лет в марте – начале мая. Гусеницы на различных травах и злаках [8].
100. *Anorthoa munda* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Лиственные и смешанные леса, парки. Гусеницы на дубе, липе, тополе, ольхе, вязе и плодовых деревьях [1].
101. *Tholera cespitis* ([Denis & Schiffermüller], 1775). В садах и парках, на лугах и полях, не часто с конца июля до конца августа. Гусеницы на злаковых [1].
102. *Tholera decimalis* (Poda, 1761). На лугах и полях, в садах и парках, сосняках, с конца июля до конца августа. Гусеницы на злаках [1].
103. *Cerapteryx graminis* (Linnaeus, 1758). С первой половины июля до середины августа в сосняках и ельниках, на лесных лужайках, в садах и на полях. Гусеницы на корнях злаковых и луговых трав [1].
104. *Anarta trifolii* (Hufnagel, 1766). В садах и парках, на полях. Лет с конца мая до конца июня и с начала июля до сентября. Полифаг, повреждает многие сельскохозяйственные культуры [1].
105. *Lacanobia thalassina* (Hufnagel, 1766). В парках, ельниках и сосняках, в августе, не часто. Гусеницы на дроке, чернике, малине, ежевике и других растениях [1].

106. *Lacanobia contigua* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Сады, поля и парки. Лет с половины июня до августа. Гусеницы на ивах, дубе, березе, чернике и других растениях [1].

107. *Lacanobia suasa* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Поля, луга, сады и парки, леса. Широкий полифаг, вредитель многих культур [1].

108. *Lacanobia oleracea* (Linnaeus, 1758). Поля, сады и парки, иногда леса. Широкий полифаг, вредитель многих овощных культур [1].

109. *Lacanobia splendens* (Hübner, [1808]). Сады и парки, иногда леса. Лет с середины июня до конца июля. Гусеницы на одуванчике, лопухе, подорожнике [1].

110. *Melanchnra persicariae* (Linnaeus, 1761). Поля, парки, сады, луга, разные типы леса. Широкий полифаг [1].

111. *Ceramica pisi* (Linnaeus, 1758). Поля, парки, сады, луга, разные типы леса. Повреждает в основном бобовые, реже другие растения [1].

112. *Sideridis rivularis* (Fabricius, 1775). Сады, парки, луга, леса различного типа. Гусеницы на цветах и семенных коробочках гвоздичных [1].

113. *Hadena capsincola* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Поля, парки, сады, луга, разные типы леса. Гусеницы на цветах и семенных коробочках гвоздичных [1].

114. *Mythimna pallens* (Linnaeus, 1758). Поля, луга, парки, сады, разные типы леса. Гусеницы на злаковых и других травянистых [1].

115. *Leucania comma* (Linnaeus, 1761). Луга, поля, парки, сады, реже разные типы леса. Гусеницы на злаковых [1].

116. *Euxoa tritici* (Linnaeus, 1761). Луга, поля, парки, сады, реже разные типы леса. Лет в июле, августе. Полифаг [1].

117. *Agrotis exclamationis* (Linnaeus, 1758). В полях, огородах, садах, парках, реже в лесах разного типа. С начала июня до конца июля, редко в августе и сентябре. Широкий полифаг. Вредит полевым и овощным культурам, саженцам [1].

118. *Agrotis segetum* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Поля, луга, сады, парки, реже в лесах разного типа. С конца мая до середины июля, и в августе и сентябре. Широкий полифаг. Вредит многим сельскохозяйственным культурам [1].

119. *Axylia putris* (Linnaeus, 1761). Поля, сады и кустарники. Лет с первой половины июня до середины июля и с конца июля до конца августа. Гусеницы на подорожнике, щавеле, подмареннике, вьюнке [1].

120. *Ochropleura plecta* (Linnaeus, 1761). Преимущественно открытые биотопы, сады и парки. С конца мая до середины июля, с конца июля до середины сентября. Гусеницы на лебеде, лопухе, щавеле, цикории и др. растениях [1].

121. *Diarsia rubi* (Vieweg, 1790). Преимущественно леса, парки, луга, реже поля. С начала июня до середины июля, с конца июля до конца августа. Гусеницы на яснотке, землянике, щавеле, крапиве, малине, ежевике и других растениях [1].

122. *Cerastis rubricosa* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Преимущественно в лесах и парках, лет в апреле. Гусеницы на одуванчике, подмареннике, ястребинке и других растениях [1].

123. *Noctua pronuba* (Linnaeus, 1758). Пересеченный ландшафт, поляны, с половины июня до конца августа. Полифаг [1].

124. *Noctua orbona* (Hufnagel, 1766). Смешанные леса, парки, с половины июня до конца августа. Гусеницы на примуле, подмареннике, крапиве, яснотке и других растениях [1].

125. *Eurois occulta* (Linnaeus, 1758). В лесах и парках с июля по сентябрь. Гусеницы на чернике, голубике, одуванчике и других растениях [1].

126. *Graphiphora augur* (Fabricius, 1775). Пересеченный ландшафт, поляны, с конца июня до конца августа. Полифаг [1].

127. *Xestia baja* ([Denis & Schiffermüller], 1775). Леса различного типа, парки, сады, реже луга. Широкий полифаг [1].

128. *Xestia c-nigrum* (Linnaeus, 1758). Открытые биоценозы, реже леса, с начала июня до середины июля, с конца июля до сентября. Полифаг, вредит сельскохозяйственным культурам [1].

Заключение. Установлено 128 видов совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) садовых участков Белорусского Поозерья, из них 9 видов семейства хохлаток (Notodontidae), 2 вида карликовых шелкопрядов (Nolidae), 117 видов эребид (Erebidae). Как видно из списка, абсолютное большинство совкообразных – полифаги, многие из которых являются широкими полифагами. Нет особого предпочтения и по экологическим группам и жизненным формам, лишь только некоторые роды развиваются на злаковых, лишайниках, гвоздичных. Вероятно, садовые участки – достаточно новые биотопы, и пока не произошла узкоспециальная адаптация к появившимся экологическим нишам. Видимо, следует ожидать более узкой приспособляемости и роста численности отдельных видов, находящихся в преадаптивной фазе, что можно выяснить, если целенаправленно исследовать фауну садовых участков в ближайшем будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мержеевская, О.И. Совки (Noctuidae) Белоруссии / О.И. Мержеевская. – Минск: Наука и техника, 1971. – 447 с.
2. Чешуекрылые (Lepidoptera) Белоруссии (каталог) / О.И. Мержеевская [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1976. – 132 с.
3. Анфиногенова, В.Г. Материалы по фауне совков (Lepidoptera, Noctuidae) / В.Г. Анфиногенова // Фауна и экология насекомых Березинского заповедника: сб. науч. ст. – Минск: Ураджай, 1991. – С. 5–13.
4. Кулак, А.В. Новые и малоизвестные для Беларуси виды совков (Lepidoptera, Noctuidae) / А.В. Кулак, И.А. Солодовников // Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2002. – № 2. – С. 102–105.
5. Держинский, Е.А. К изучению видового состава совкообразных чешуекрылых (Lepidoptera, Noctuoidea) центральной части Белорусского Поозерья / Е.А. Держинский // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2013. – №2(74). – С. 41–52.
6. Пискунов, В.И. Медведицы (Lepidoptera, Arctiidae) Северной Беларуси / В.И. Пискунов, А.М. Дорофеев, И.А. Солодовников, А.А. Лакотко // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2002. – № 1(23). – С. 103–120.
7. Солодовников, И.А. Орденовые ленты, или ленточницы Catocalinae (Lepidoptera, Noctuidae) Северной Беларуси / И.А. Солодовников, В.И. Пискунов, А.М. Дорофеев, А.А. Лакотко // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2001. – № 3(21). – С. 118–127.
8. Ivinskis, P. Lepidoptera of Lithuania. Annotated catalogue / P. Ivinskis. – Vilnius universiteto Ekologijos instituto leidykla, 2004. – 380 p.
9. Schintlmeister, A. Palearctic Macrolepidoptera / A. Schintlmeister. – Stenstrup: Apollo Books, 2008. – Vol. 1: Notodontidae. – 480 p.
10. Witt, Th.J. Noctuidae Europaeae. Vol. 13: Lymantriinae–Arctiinae, including Phylogeny and Check List of the Quadrid Noctuoidea of Europe / Th.J. Witt & L. Ronkay (eds). – Sorø: Entomological Press, 2011. – 448 p.

REFERENCES

1. Merzhayevskaya O.I. *Sovki (Noctuidae) Belorussii* [Noctuidae of Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1971, 447 p.
2. Merzhayevskaya O.I. *Cheshuyekrylyye (Lepidoptera) Belorussii* [Lepidoptera of Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1976, 132 p.
3. Anfinogenova V.G. *Fauna i ekologiya nasekomykh Berezinskogo zapovednika: sb. nauch. st.* [Fauna and ecology of Insects of Berezinski Reserve: Collection of Scientific Articles], Minsk, Uradzhai, 1991, pp. 5–13.
4. Kulak A.V., Solodovnikov I.A. *Vesti NAN Belarusi. Ser. biyal. navuk* [News of NASc of Belarus. Biological Sciences], 2002, 2, pp. 102–105.
5. Derzhinski E.A. *Vestnik VGU* [Journal of VSU], Vitebsk, 2013, 2(74), pp. 41–52.
6. Piskunov V.I., Dorofeyev A.M., Solodovnikov I.A., Lakotko A.A. *Vestnik VGU* [Journal of VSU], 2002, 1(23), pp. 103–120.
7. Solodovnikov I.A., Piskunov V.I., Dorofeyev A.M., Lakotko A.A. *Vestnik VGU* [Journal of VSU], 2001, 3(21), pp. 118–127.
8. Ivinskis, P. Lepidoptera of Lithuania. Annotated catalogue / Povilas Ivinskis. – Vilnius universiteto Ekologijos instituto leidykla, 2004, 380 p.
9. Schintlmeister, A. Palearctic Macrolepidoptera / A. Schintlmeister. – Stenstrup: Apollo Books, 2008. – Vol. 1: Notodontidae. – 480 p.
10. Witt, Th.J. Noctuidae Europaeae. Vol. 13: Lymantriinae–Arctiinae, including Phylogeny and Check List of the Quadrid Noctuoidea of Europe / Th.J. Witt & L. Ronkay (eds). – Sorø: Entomological Press, 2011. – 448 p.

Поступила в редакцию 22.03.2017

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

Структура гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья

В.В. Ивановский

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

Известно, что истинной картины состояния популяций хищных птиц нельзя получить без анализа структуры их гнездовых биотопов.

Цель исследования – изучение механизмов ослабления конкуренции между хищными птицами при выборе гнездовых биотопов.

Материал и методы. *Описание гнездовых биотопов хищных птиц на стационарах проводилось путем анализа древесной растительности в радиусе 50-ти метров вокруг гнезда. В 1972–2016 гг. было описано более 2-х тысяч гнездовых биотопов. Для характеристики ширины экологической ниши по параметру «гнездовой биотоп» использовался индекс полидоминантности Симпсона $B=(\sum p_i^2)^{-1}$. Кластерный анализ сходства гнездовых биотопов и построение дендрограммы выполнены с помощью программы STATISTICA 6.0.*

Результаты и их обсуждение. *Количество гнездовых биотопов, используемых разными видами хищных птиц, варьирует от 2-х (змеяяд, дербник) до 9-ти (чеглок). Наибольший индекс ширины экологической ниши по параметру «гнездовой биотоп» имеют луговой лунь ($B=4,405$) и чеглок ($B=3,835$). Наиболее стенотопными видами по данному параметру являются скопа ($B=1,184$) и беркут ($B=1,258$). Получены косвенные свидетельства того, что наибольшее сходство гнездовых биотопов отмечено для видов, у которых отсутствует трофическая конкуренция или она незначительна.*

Заключение. *Установлено, что структура гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья, в первую очередь, определяется наличием подходящих мест для постройки гнезд, плотность гнездования – обилием основных видов-жертв, а наибольшее сходство гнездовых биотопов отмечено для видов, у которых отсутствует трофическая конкуренция или она незначительна.*

Ключевые слова: *хищные птицы, структура гнездовых биотопов, ширины экологической ниши, механизмы ослабления конкуренции.*

Structure of Nest Biotopes of Belarusian Lake District (Poozeriye) Predator Birds

V.V. Ivanovski

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

A real picture of the population state of predator birds can't be obtained without an analysis of their nest biotope structure.

The purpose is the study of the mechanisms of competition weakening among predator birds when choosing nest biotopes.

Material and methods. *The description of nest biotopes of predator birds at stations was made by analyzing arboreal vegetation within 50 meters around the nest. In 1972–2016 more than 2 thousand nest biotopes were described. To characterize the «nest biotope» parameter of the width of the ecological niche, Simpson $B=(\sum p_i^2)^{-1}$ polydominance index was used. The cluster analysis of the similarity of nest biotopes as well as the dendrogram was made with STATISTICA 6.0.*

Findings and their discussion. *The number of nest biotopes which are used by different species of predator birds varies from two (serpentine, derbyk) to nine (haglok). Meadow harrier ($B=4,405$) and haglok ($B=3,835$) have the biggest index of the width of the ecological niche from the point of view of the nest biotope parameter. The most stenotope species from the point of view of this parameter are the osprey ($B=1,184$) and the golden eagle ($B=1,258$). Indirect evidence of the fact that the biggest similarity of nest biotopes was identified for the species, which lack trophy competition or it is insignificant, was obtained.*

Conclusion. *It was identified that structure of nest biotopes of predator birds of Belarusian Lake District is characterized, first of all, by the presence of proper places for nest building; nesting density – by the abundance of main prey species, while the biggest similarity of nest biotopes is typical for species which don't have trophy competition or it is insignificant.*

Key words: *predator birds, structure of nest biotopes, width of ecological niche, mechanisms of competition weakening.*

В Белорусском Поозерье зарегистрировано гнездование 19 видов хищных птиц, что составляет 82% от фауны гнездящихся хищных птиц республики. Обычными на гнездовании (численность более 1000 пар) являются 5 видов (осоед, перепелятник, канюк, болотный лунь и малый подорлик), немногочисленны (100–1000 пар) 6 видов (скопа, тетеревиный, луговой лунь, чеглок, дербник, пустельга), редки (10–100 пар) 4 вида (черный коршун, полевой лунь, змеяяд и орлан-белохвост), очень редки (на территории региона известно менее 10 пар) 2 вида (беркут и большой подорлик). Для 2-х видов (сапсана и кобчика) современный статус неясен [1].

Истинной картины состояния популяций хищных птиц нельзя получить без анализа структуры их гнездовых биотопов. Изучение механизмов ослабления конкуренции при выборе гнездовых биотопов между хищными птицами имеет как теоретические аспекты в плане развития идей популяционной экологии, так и практические – в плане выработки рекомендаций по охране редких видов [2].

Цель исследования – изучение механизмов ослабления конкуренции между хищными птицами при выборе гнездовых биотопов.

Материал и методы. Материалы для настоящей работы для большинства видов собраны в полевые сезоны 1972–2016 гг. на территории региона Белорусское Поозерье, в основном в Витебской области, площадь которой составляет 40,1 тыс. кв. км. Исследования регулярно велись на шести стационарах общей площадью 700 кв. км, а также в ходе 1–3-дневных экскурсий в различные точки области. Описание гнездовых биотопов хищных птиц на стационарах проводилось путем анализа древесной растительности в радиусе 50-ти метров вокруг гнезда. Следует отметить, что под гнездовым биотопом мы понимаем таксационный выдел, где располагалось гнездо, а под гнездовой территорией – совокупность гнездового и охотничьего участков. С помощью планов лесных насаждений лесничеств определялся квартал и выдел, где находилось гнездо или где мы его предполагали. Тип леса в выделе, где располагалось гнездо, устанавливался по таксационному описанию. При описании нелесных биотопов использовались крупномасштабные топографические карты или глазомерные съемки. Для выявления гнездовых участков применялся известный маршрутно-точечный метод учета на круглых площадках, модифицированный В.Ч. Домбровским [3]. В 2001 году мы модернизировали этот метод учета для лесистой местности [4]. В период исследований было описано более 2-х тысяч гнездовых биотопов хищных птиц.

При статистических вычислениях на ПК использовался пакет анализа MS Excel. Для характеристики ширины экологической ниши по параметру «гнездовой биотоп» мы применяли индекс полидоминантности Симпсона $B = (\sum p_i^2)^{-1}$, где p_i – доли соответствующих гнездовых биотопов [5]. Кластерный анализ сходства гнездовых биотопов и построение дендрограммы выполнены с помощью программы STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Структура гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья представлена в табл. Количество гнездовых биотопов, используемых разными видами хищных птиц, варьирует от 2-х (змеяяд, дербник) до 9-ти (чеглок).

Анализ табл. показывает, что наиболее часто в данном регионе хищные птицы гнездятся в смешанных лесах (сумма участия этого биотопа для всех видов равна 2,883 доли единицы) и на верховых болотах (соответственно – 2,766). Смешанные леса – наиболее распространенный тип древесной растительности в Поозерье, да к тому же они часто заболочены. Верховые болота в период гнездования редко посещаются человеком, кроме того здесь на небольших островах и гривах встречаются очень старые деревья, способные удержать на своих мощных ветвях крупные многолетние постройки беркута, орлана-белохвоста и скопы. Очень редко хищные птицы гнездятся на лесных островах среди озер (0,02) и по кромке леса на границе с озерами (0,055). На наш взгляд, это связано с тем, что подобные места наиболее часто посещаются рыбаками.

Для анализа ширины экологической ниши по параметру «избирательность гнездовых биотопов» мы использовали индекс Левинса, который является модифицированным индексом разнообразия Симпсона. Наибольший индекс по данному параметру ширины ниши имеют луговой лунь ($B=4,405$) и чеглок ($B=3,835$). Луговой лунь использует 5 типов гнездовых биотопов почти с одинаковой частотой (от 0,14 до 0,29), а чеглок – 9 типов, но с очень разной частотой (от 0,02 до 0,429). Наиболее стенотопными видами по данному параметру являются скопа ($B=1,184$) и беркут ($B=1,258$), тесно связанные на гнездовании с верховыми болотами (табл.).

Знакомство с табл. показывает, что, на первый взгляд, у некоторых видов должны быть друг с другом напряженные отношения из-за использования одних и тех же гнездовых биотопов. Чтобы выяснить, какие механизмы используют хищные птицы для ослабления этой напряженности, мы, располагая данными табл., провели кластерный анализ и с помощью программы STATISTICA 6.0 построили дендрограмму сходства гнездовых биотопов (рис.).

При анализе дендрограммы видно, что самые сходные гнездовые биотопы (минимальное евклидово расстояние) у скопы и змеяяда, которые в основном гнездятся на верховых болотах на соснах. Но свои крупные массивные гнезда скопа строит на вершинах старых деревьев, которые возвышаются над пологом остальных болотных сосен. Змеяяд же выбирает сосны, которые не возвышаются над другими деревьями, и строит легкое небольшое гнездо в верхней мутовке сосен. Случаев занятия гнезд скопы змеяядом и наоборот нами не отмечено. Старые гнезда скопы и змеяяда иногда занимают дербники, что наглядно отражено в дендрограмме, но этот вид гнездится и в гнездах врановых, и в искусственных гнездовьях, и на земле среди верховых болот.

Структура (в долях единицы) гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья

Таблица

Table

The structure (in the proportion of units) of nesting biotopes of predatory birds in Belorussian Lakeland

Биотопы Biotopes Виды Species	<i>Pandion haliaetus</i>	<i>Fernis arivovus</i>	<i>Mivus migrans</i>	<i>Haliaeetus albicilla</i>	<i>Accipiter gentilis</i>	<i>Accipiter nisus</i>	<i>Buteo buteo</i>	<i>Aquila clanga</i>	<i>Aquila pomarina</i>	<i>Aquila chrysaetus</i>	<i>Circus gallicus</i>	<i>Circus cyaneus</i>	<i>Circus pygargus</i>	<i>Circus aeruginosus</i>	<i>Falco tinnunculus</i>	<i>Falco columbarius</i>	<i>Falco subbuteo</i>	Сумма биотопов Total for biotopes
Верховые болота High bogs	0,917										0,875					0,75	0,224	2,766
Лес на границе с озером Forest near the lake	0,055																	0,055
Вырубки с отдельными старыми деревьями Fellings with some old trees	0,028			0,077														0,105
Смешанные леса Mixed forests		0,636	0,09		0,451	0,182	0,562	0,34	0,519								0,103	2,883
Острова леса среди болот Forest massives on the bogs		0,152		0,308						0,886							0,02	1,366
Еловые леса Spruce forests		0,121	0,18		0,23	0,659	0,185		0,2								0,02	1,595
Мелколиственные смешанные леса Small-leaved mixed forests		0,061							0,017									0,078
Черноольховые леса Black alder forests		0,030	0,18		0,035		0,034	0,33	0,213									0,822
Сосновый лес по суходолу Pine forest on the upland			0,46	0,384	0,204	0,068	0,144				0,125						0,429	1,814
Березовые леса Birch forests			0,09		0,018	0,091	0,075	0,33	0,051									0,655
Осоковые болота среди агроландшафта Sedges wamp among agricultural areas													0,29					0,29
Крупные низинные болота Wast back bogs													0,29					0,29
Посевы зерновых Grain-crops													0,14					0,14
Переходные болота Transitory bogs													0,14					0,14
Заросли тростника и слявинны на озерах Reedbeds and quagmires on the lakes													0,14	0,418				0,558
Леса на границе с вырубками Forests near fellings				0,231														0,231
Заброшенные торфоразработки верховых болот Abandoned peat extraction on high bogs														0,418	0,305	0,25	0,103	1,076

Окончание табл.

The end of the table

Осиновые леса Aspen forests					0,062														0,062
Перелески, ивлябища, опоры ЛЭП среди агроландшафта Copses, semetaries, power lines among agricultural areas															0,485		0,061		0,546
Населенные пункты Settlements															0,21		0,02		0,23
Леса на границе с верховыми болотами Forests near high bogs										0,098									0,098
Лесное верховое болото High forest bog										0,016		0,2							0,216
Лесное переходное болото Transitory forest bog												0,1							0,1
Зарастающие вырубki возрастом 3-7 лет Over growing fellings of 3-7 year age												0,7							0,7
Лесные острова среди озер Forest covered islands on the lakes																	0,02		0,02
Тростниковые болота среди агроландшафта Reed swamp among agricultural areas														0,164					0,164
Ширина ниши Ecological niche width	1,184	2,238	3,418	3,316	3,297	2,303	2,648	2,999	2,796	1,258	1,28	1,852	4,405	2,657	2,686	1,6	3,835		

Следует обратить внимание на то, что питание рассматриваемых трех видов хищных птиц очень резко различается. Это косвенно может свидетельствовать о том, что при разделении экологических ниш данными тремя видами главным фактором выступает, очевидно, отсутствие трофической конкуренции. Но, безусловно, подобная гипотеза требует дополнительных исследований и анализа.

Следующими по величине сходства гнездовых биотопов выделяются кластеры, включающие канюка, тетеревятника, малого подорлика и осоеда. Три вида очень часто, а один вид (осоед) изредка занимают гнезда друг друга, которых в их индивидуальных гнездовых участках бывает, как правило, по несколько. Справедливости ради следует сказать, что гнезда малого подорлика всегда находятся в более заболоченных участках леса, чем у остальных трех видов. Занятия гнезд малого подорлика отмечались нами, как правило, если были вырублены все более-менее доступные для техники лесничеств участки насаждений. Мы видим, что в данных кластерах два вида, а именно осоед и тетеревятник, не испытывают трофической конкуренции, чего нельзя сказать, на первый взгляд, о канюке и малом подорлике. Безусловно, здесь нам не обойтись без более глубокого сравнительного анализа трофических связей этих видов, чтобы выяснить механизмы деления ниш. Такой анализ был проведен в специальной работе.

Исходя из полученных результатов по структуре рациона, можно заключить, что в условиях разнотипных ландшафтов северной Беларуси малый подорлик является потребителем мелких млекопитающих, главным образом полевок рода *Microtus*, населяющих открытые местообитания, тогда как канюк характеризуется более разнообразным спектром питания и более широкой трофической нишей, а также способен к эффективному добыванию корма под пологом леса. Таким образом, механизм ослабления трофической конкуренции сводится к тому, что для малого подорлика характерна меньшая ширина трофической ниши и более выраженная специализация в питании, по сравнению со стратегией генералиста в питании канюка [6].

Если «двигаться» далее по ветвям дендрограммы, то можно заметить, что к предыдущему кластеру примыкает большой подорлик, правда, на большем расстоянии. В настоящее время большой подорлик является наиболее редким видом хищных птиц Белорусского Поозерья, гнездовые территории которого – крупные пойменные и внепойменные низинные болота – в исследуемом регионе практически все осушены и разработаны. Далее к проанализированному кластеру из этих четырех видов примыкает следующий кластер из трех видов: черного коршуна, чеглока и орлана-белохвоста. Чеглок не испытывает никакой конкуренции в данной троице, как гнездится в старых гнездах врановых, а питается мелкими воробьиными птицами открытых пространств и крупными насекомыми (стрекозы, жуки). А вот гнездовые биотопы черного коршуна и орлана-белохвоста, которые, как правило, гнездятся у эвтрофных озер, перекрываются значительно. Эти два вида ослабляют конкуренцию тем, что орлан строит гнезда в выделах старых насаждений, а коршун – в средневозрастных насаждениях.

Ястреб-перепелятник оградил себя от конкуренции тем, что он гнездится в смешанных и хвойных лесах исключительно молодых возрастов.

Следующие кластеры включают три вида хищных птиц агроландшафтов: лугового и болотного луней и пустельгу. И хотя кажется, что их ниши по параметру «гнездовой биотоп» должны значительно перекрываться, но фактически этого не происходит. Во-первых, более сильный болотный лунь гнездится значительно раньше, занимая высокие заросли тростника и аира. Луговой лунь гнездится позднее, когда озимые достигают высоты не менее 25 см, да и ширина ниши по гнездовому биотопу у него шире, чем у болотного луня (4,405 против 2,657). Пустельга же гнездится в старых гнездах врановых на деревьях и кустарниках.

Беркут в Белорусском Поозерье обитает исключительно на крупных верховых болотах площадью не менее 10 кв. км, где он гнездится на старых соснах и осинах в лесных островах, гривах и мысах, а также в разреженных сосняках багульниковых по краям верховых болот. В последних среди багульника и тростника на земле изредка гнездится полевой лунь. Конкуренция здесь ослаблена тем, что луни гнездятся на земле, а беркут, ввиду своих размеров, не может охотиться в лесу, хотя и разреженном, чтобы напасть там на птенцов луня. Мы были свидетелями, как пара полевых луней успешно отгоняла беркута от своего гнездового участка. Одновременно птенцы скопы изредка становятся жертвами беркута.

Заключение. Следовательно, видовая избирательность хищных птиц к гнездовым и охотничьим биотопам стала причиной того, что территория Белорусского Поозерья населена этими пернатыми хищниками очень неравномерно и распределение гнездовых участков носит очаговый, зачастую точечный характер. Порой соседние гнездящиеся пары разделены десятками километров, а в других местах наблюдается скученность на гнездовье нескольких видов или даже образуется нечто подобное рыхлым «колониям» одного вида (случаи группового гнездования скопы и пустельги). Кратко резюмируя все вышеизложенное, а также данные нашей более обширной работы [1], можно констатировать, что структура гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья, в первую очередь, определяется наличием подходящих мест для постройки гнезд, плотность гнездования – обилием основных видов-жертв, а наибольшее сходство гнездовых биотопов отмечено для видов, у которых отсутствует трофическая конкуренция или она незначительна.

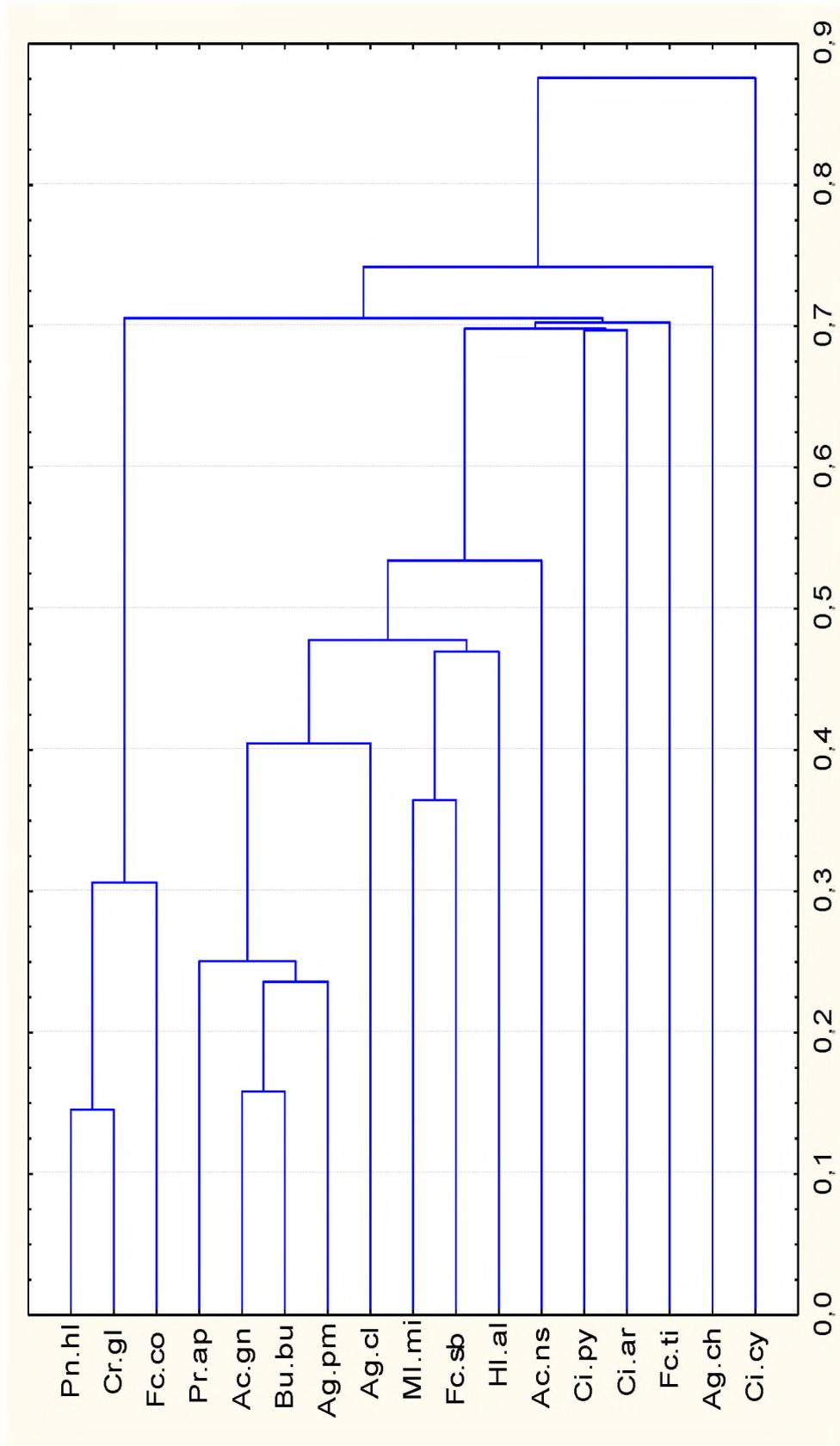


Рис. Дендрограмма сходства гнездовых биотопов хищных птиц Белорусского Поозерья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановский, В.В. Хищные птицы Белорусского Поозерья: монография / В.В. Ивановский. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 209 с. [16 л. ил.].
2. Newton, I. Population Ecology of Raptors / I. Newton. – London: T&A D POYSER Ltd., 1979. – 399 p.
3. Dombrovski, V. Census of diurnal raptors in the southern part of the Northern Vosges Biosphere Reserve / V. Dombrovski // Annales scientifiques de la Reserve de la Biosphere des Vosges du Nord. – 1998. – Vol. 6. – P. 95–112.
4. Ивановский, В.В. Численность гнездовых популяций большого и малого подорликов в северной Белоруссии / В.В. Ивановский, И.В. Башкиров // Беркут. – 2002. – Т. 11. – Вып. 1. – С. 34–47.
5. Krebs, J.K. Ecological Methodology / J.K. Krebs. – 2-nd ed. – Oslo, 1999. – 620 p.
6. Шамович, Д.И. Структурная и функциональная роль малого подорлика и обыкновенного канюка в сообществах хвойно-мелколиственных лесов северной Беларуси / Д.И. Шамович, В.В. Ивановский, И.Ю. Шамович // Изучение и охрана большого и малого подорликов в Северной Евразии: материалы V Междунар. конф. по хищным птицам Северной Евразии, Иваново, 4–7 февр. 2008 г. – Иваново, 2008. – С. 234–252.

REFERENCES

1. Ivanovski V.V. *Khishchniye ptitsi Belorusskogo Poozeriya: monografiya* [Predator Birds of Belarusian Lake District: Monograph], Vitebsk, UO «VGU im. P.M. Nasherova», 2012, 209 p.
2. Newton, I. Population Ecology of Raptors / I. Newton. – London: T&A D POYSER Ltd., 1979. – 399 p.
3. Dombrovski, V. Census of diurnal raptors in the southern part of the Northern Vosges Biosphere Reserve / V. Dombrovski // Annales scientifiques de la Reserve de la Biosphere des Vosges du Nord. – 1998. – Vol. 6. – P. 95–112.
4. Ivanovski V.V., Bashkirov I.V. *Chislennost gnezdovikh populiatsii bolshogo i malogo podorlikov v severnoi Belorussii* [Number of Nest Populations of Small and Big Spotted Eagle in Northern Belarus], Berkut, 2002, 11(1), pp. 34–47.
5. Krebs, J.K. Ecological Methodology / J.K. Krebs. – 2-nd ed. – Oslo, 1999. – 620 p.
6. Shamovich D.I., Ivanovski V.V., Shamovich I.Yu. *Materiali V mezhdunar. konf. po khishchnim ptitsam Severnoi Evrazii, Ivanovo, 4–7 fevr. 2008 g.* [Proceedings of the V International Conference on Predator Birds of Northern Eurasia, Ivanovo, February 4–7, 2008], Ivanovo, 2008, pp. 234–252.

Поступила в редакцию 13.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: ivanovski.46@mail.ru – Ивановский В.В.

Новые находки выемчатокрылых молей (Lepidoptera: Gelechiidae) в Республике Беларусь

В.И. Пискунов, Е.А. Держинский

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

Выемчатокрылые моли – распространенное на всех материках, исключая Антарктиду, семейство мелких чешуекрылых-фитофагов, для которого характерны значительные родовое и видовое богатства. Данная статья является итогом изучения этой группы насекомых в Беларуси; она содержит список из 18 видов, 9 из которых, а также род *Mirificarma* Gozmány, 1955, впервые отмечаются для фауны республики с публикацией данных о фактическом материале. Виды, имеющие значение для лесного, паркового, сельского хозяйства, особо выделены в тексте статьи.

Цель исследования – оценка современного состояния фауны выемчатокрылых молей территории Республики Беларусь.

Материал и методы. Основой работы явились сборы второго автора, выполненные с помощью искусственных источников света во всех административных областях Беларуси; часть материала собрана в Витебской и Минской областях первым автором и двумя другими коллекторами. Исследованный материал хранится в биологическом музее Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, в Зоологическом музее Белорусского государственного университета (г. Минск) и Зоологическом институте Российской академии наук (г. Санкт-Петербург).

Результаты и их обсуждение. Публикуемый список включает 18 видов, 9 из которых впервые отмечены для фауны Беларуси. К каждому виду приведены основные синонимы, краткое описание изученного фактического материала, общее распространение, трофические связи гусениц, а также хозяйственное значение того или иного вида.

Заключение. В результате проведенного исследования для фауны Беларуси впервые отмечены 9 видов из 8 родов, при этом род *Mirificarma* Gozmány, 1955 впервые указан для территории республики с информацией о фактическом материале. Для 9 видов приведены оригинальные рисунки генитальных структур, важных для определения. Также для 9 видов, ранее указанных для Беларуси, публикуется дополнительная информация о новых находках на этой территории и уточненные сведения зоогеографического и экологического характера. Фауна выемчатокрылых молей республики сейчас включает, с учетом настоящей работы, 163 вида.

Ключевые слова: выемчатокрылые моли, Беларусь, фауна, редкие виды, биоразнообразие.

New Findings of Gelechiid Moths (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Republic of Belarus

V.I. Piskunov, Ye.A. Derzhinsky

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

Gelechiid moths are a world widespread, excluding Antarctica, family of small phytophagous moths with significant generic and species wealth. The paper sums up the results of studying this group of insects in Belarus; it contains the list of 18 species, 9 of which, as well as genus *Mirificarma* Gozmány, 1955, are first recorded for the fauna of the Republic; the data about the studied material are also given. Species important for forestry, gardening, and agriculture are highlighted in the text.

The purpose of the work is to estimate modern condition of the Gelechiid moths fauna of the territory of the Republic of Belarus.

Material and methods. The paper is predominantly based on the material collected by the second author prepared with various artificial light sources in all the administrative Regions of Belarus; part of the material was collected by the first author and two other collectors in Vitebsk and Minsk Regions. The examined material is stored in the Biological Museum of Vitebsk State P.M. Masherov University, in the Zoological Museum of Belarusian State University (Minsk) and the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences (St. Petersburg).

Findings and their discussion. The list presented in the paper includes 18 species, 9 of which are first recorded for the fauna of Belarus. Annotation for each species contains main synonyms, a brief description of the material examined, general distribution, trophic connections of the larvae as well as economic value.

Conclusion. As a result of the research 9 species from 8 genera are first recorded for the fauna of Belarus, including genus *Mirificarma* Gozmány, 1955 which is also first recorded for this territory. The original pictures of genital structures important

for determination are given for 9 species. Also for 9 species previously recorded from Belarus, additional data on the new finds on this territory and updated zoogeographical and ecological information is published. The fauna of the Gelechiid moths of the Republic now includes, taking into account the present paper, 163 species.

Key words: Gelechiid moths, Belarus, fauna, rare species, biological diversity.

Выемчатокрылые моли – одно из крупнейших семейств в большом отряде чешуекрылые, давно изучаемое в Беларуси первым автором; опубликованы списки видов [1–3]. Диагнозы семейства разного объема также приводились им же [4–5]. Определение этих молей затруднено, обычно вид достоверно устанавливается только при изучении сложной структуры гениталий самцов, а в отдельных родах – и самок. В семействе много экономически важных видов [5–6].

Данные моли – преимущественно фитофаги, как исключение отмечена зоофагия (питание гусениц клещами и содержимым галлов последних). Настоящая публикация завершает проводимое многолетнее исследование выемчатокрылых молей территории Республики Беларусь. Тщательно проанализирована мировая литература по этой группе насекомых; собранная библиотека, картотека на библиографических карточках хранятся в биологическом музее ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск.

Цель статьи – оценка современного состояния фауны выемчатокрылых молей территории Республики Беларусь, указание видов, впервые найденных здесь в период экспедиционных исследований в 2013–2016 годах, выявление видов, реально или потенциально важных в лесном, парковом, сельском хозяйствах.

Материал и методы. В основе данной работы находятся сборы второго автора, выполненные на различные искусственные источники света во всех административных областях республики. Для привлечения имаго выемчатокрылых молей преимущественно использовались газоразрядные лампы ДРЛ 250, ДРВ 250, Osram HQL 250 и экраны для сбора насекомых. В качестве источника электричества применялся генератор Honda EU10i. Также использовались светоловушки «пенсильванского типа», источником света в которых служили трубчатые ртутные люминесцентные лампы низкого давления Philips Actinic BL 8W, питающиеся через преобразователь от герметичных свинцово-кислотных аккумуляторов напряжением 12 В и емкостью 7 и 12 ампер-часов. Сборы первого автора, а также Т.Г. Васильева, Д.М. Хитрова (г. Витебск), А.Д. Писаненко (г. Минск), использованные в статье, сделаны в Витебской и Минской областях кошением энтомологическими сачками по растительности и осмотром стволов деревьев; собирались также гусеницы с их последующим воспитанием до имаго в стеклянной лабораторной посуде. Все имаго смонтированы на энтомологические булавки или на минуции с последующей этикетировкой каждого экземпляра. Коллекционный материал хранится в биологическом музее ВГУ имени П.М. Машерова, часть материала передана в Зоологический музей БГУ (г. Минск) и Зоологический институт РАН (г. Санкт-Петербург, Россия). Препараты генитальных структур изготавливались по общепринятой методике [7] с вывариванием в течение четырех-пяти минут брюшка каждого смонтированного экземпляра в десятипроцентном растворе гидроксида калия. Публикуемые рис. 1–9 выполнены первым автором с помощью микроскопа биологического МБР-1 и рисовального аппарата РА-4.

Результаты и их обсуждение. Ниже публикуется список из 18 видов выемчатокрылых молей фауны Беларуси, 9 из которых для территории республики отмечаются впервые; все определения сделаны первым автором с учетом литературы [4; 8–18] и трех вышеуказанных коллекций. К 9 видам прилагаются оригинальные рисунки генитальных структур самцов и самок. Роды размещены в порядке, предложенном первым автором [4]. Содержание этикеток приводится для всех видов. Обилие дается по первой группе терминов, предложенных В.Ф. Палием [19]. Распространение, трофические связи гусениц даны по вышеприведенной [4–6] литературе, собственным наблюдениям в экспедиционных поездках. Для кормовых растений гусениц приводятся латинские родовые названия, без уточнений особенностей питания каждого вида.

1. *Gelechia sabinellus* (Zeller, 1839) (= *hoffmanniella* Strand, 1902; = *corsella* Rebel, 1930; = *kalevalella* Kanerva, 1936; = *sabinella* auct.)

Материал. «Минск Пискунов 25.VII.2016», 1 самка.

Распространение. Канарские острова, Европа, Малая Азия. В Беларуси ранее был найден только в Поозерье: Мядельском районе Минской области, Браславском районе Витебской области (сейчас места находок на территории национальных парков «Нарочанский» и «Браславские озера») [2]. Всего собрано 19 экземпляров.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Juniperus communis* [2; 14], этом же виде и *J. sabina* [15]; отмечены и на разных видах данного рода (Cupressaceae) [4]. Вышеуказанная самка в г. Минске поймана в сквере перед зданием Центральной научной библиотеки имени Я. Коласа НАНБ, на стволе *Quercus* sp., к которому вплотную примыкает куртина с кустами *Juniperus sabina*.

Литература с изображениями гениталий: [4; 9; 14–15].

Замечания. В Беларуси единственный, локальный вид; впервые найден в центре республики и впервые в населенном пункте. Потенциальный вредитель видов рода *Juniperus* в условиях городского озеленения, в ботанических садах и в чистых можжевельниковых редколесьях.

2. *Mirificarma cytisella cytisella* (Treitschke, 1833) (= *cytisella* ab. *roseella* Hauder, 1918)

Материал. «Беларусь, Гомельская обл., Гомельский р-н, 1.8 км СЗ д. Михайловск, 52.1731° с.ш., 30.8224° в.д., 11.06.2014, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа, Средиземноморье, Закавказье (Грузия), Южный Урал (номинативный подвид); Португалия (подвид *leonella* Amsel, 1959). Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Lembotropis*, *Calicotome*, *Laburnum*, *Genista*, *Ononis* (Fabaceae) [4; 12; 14–15].

Литература с изображениями гениталий: [4; 9; 12; 14–15].

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Полесья (Гомельская область); вышеуказанный самец пойман на свет на песчаной дамбе водохранилища с ксерофитной растительностью и отдельными деревьями *Salix*, *Populus*, *Betula*, согласно данным на обороте географической этикетки. 2. Род *Mirificarma* Gozmány, 1955 отмечается для фауны Беларуси впервые, с приведением сведений о фактическом материале по одному найденному виду.

3. *Chionodes holosericea* (Herrich-Schäffer, 1854) (= *cognatella* Heinemann, 1870; = *norvegica* Strand, 1903; = *dovrella* Grønlien, 1925; = *norvegica* var. *meesi* Barca, 1932; = *danieli* Osthelder, 1951)

Материал. «Беларусь, Витебская обл., Полоцкий р-н, 8 км Ю ст. Дретунь 55.6195° с.ш., 29.2111° в.д., 02.07.2014, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Палеарктика, на восток до Магаданской области России и полуострова Корея включительно (аркто-бореально-альпийский вид). В Беларуси известен, по краткой публикации первого автора [20], из Полоцкого района Витебской области. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Кормовое растение гусениц не выявлено [13–15]. Стадия вида в Полоцком районе: суходольный луг на склоне холма, песчаная пустошь с *Calluna*, *Pinus*, *Betula*, *Populus*, согласно данным на обороте географической этикетки; моль поймана на свет.

Литература с изображением гениталий: [9; 13–15].

Замечания. В Беларуси уникальный вид, известен только из Поозерья.

4. *Chionodes tragicella* (Heyden, 1865) (= *libidinosa* Staudinger, 1871)

Материал. «Полоцк, Витебская обл.; Полоцк, Беларусь, leg. Пискунов В.И. 22, 29.V, 5, 12.VI.2016», 32 экземпляра; «Витебск, Беларусь, leg. Пискунов В.И. 2, 4.VI.2015, 23–25, 28, 31.V, 1, 4, 23.VI.2016» 74 экземпляра; «д. Шпили окрестн. Витебска, Пискунов; Пискунов, Хитров 3, 5–16.VI.2015, 27.V, 2, 3.VI.2016», 55 экземпляров.

Распространение. Палеарктика, на восток до Японии включительно. В Беларуси известен, по краткой публикации первого автора [20], из Поозерья (г. Витебск и Витебский район). Всего собран 161 экземпляр, 12 из которых проверены на видовую принадлежность по препаратам генитальных структур.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Larix* (Pinaceae), имаго на стволах деревьев видов этого рода [4; 13–15].

Литература с изображением гениталий: [4; 9; 13–15].

Замечания. 1. В Беларуси считался единственным [20], но с учетом наблюдений в полевом сезоне 2016 года переводится в категорию обычных видов. Пока известен только из Поозерья (города Полоцк, Витебск, Витебский район). Гусеницы малодоступны, так как питаются высоко в кронах *Larix*, имаго из-за покровительственной окраски передних крыльев малозаметны на стволах этих деревьев; часто имаго используют отстающие фрагменты коры на стволах в дневное время как убежища. Потенциальный вредитель *Larix* в условиях городского озеленения, в ботанических садах, лесопитомниках и лесничествах. 2. С учетом предыдущего и данного рассмотренных видов фауна Беларуси сейчас включает восемь видов рода *Chionodes* Hübner, [1825]; ранее [3] указывалось шесть.

5. *Gnorimoschema herbichii herbichii* (Nowicki, 1864) (= *pusillella* Rebel, 1893; = *tengstroemiella* Joannis, 1910; = *pazsiczkyi* Rebel, 1913; = *parentesella* Toll, 1936; = *tengstroemi* Hackman, 1946; = *soffneri* Riedl, 1965; = *herbichi* auct.)

Материал. «Беларусь, Гомельская обл., Брагинский р-н, 3 км ЮЗ д. Вялье, 51.5377° с.ш., 30.4886° в.д., 13.06.2014, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Голарктика: Европа, Средиземноморье, Ирак (номинативный подвид); Россия: Забайкалье, Монголия (подвид *tungolica* Povolný, 1973); Россия: полуостров Камчатка и, возможно, Канада: Онтарио (подвид *kamchaticum* Povolný, 1977) [4; 10; 15–16; 18]. Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы, предположительно, на *Thymus* (Labiatae) [4; 10; 16], по новым данным на *Equisetum* (Equisetaceae) [15–16; 18], *Atriplex*, *Suaeda* (Chenopodiaceae) [15], *Salix* (Salicaceae) [18].

Литература с изображением гениталий: [4; 10; 15–16; 18]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 1).

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Полесья (Гомельская область); вышеуказанный самец пойман на свет на вырубке в широколиственно-сосновом лесу, согласно данным на обороте географической этикетки. 2. С учетом рассмотренного вида фауна Беларуси сейчас включает два вида рода *Gnorimoschema* Busck, 1900; ранее [3] указывался один.

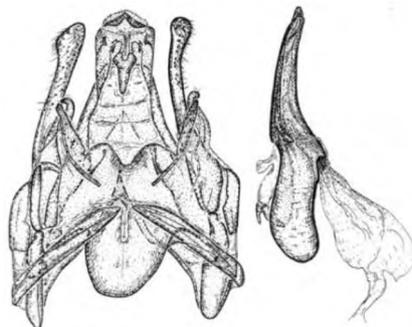


Рис. 1. *Gnorimoschema herbichii herbichii* (Nowicki, 1864), гениталии самца, вентрально, справа эдеагус.

6. *Pseudotelphusa istrella* (Mann, 1866) (= *decuriella* Mann, 1872; = *trifasciella* Rebel, 1916)

Материал. «Беларусь, Гомельская обл., Речицкий р-н, 3 км ЮЗ д. Рудня Жигальская, 52.1678° с.ш., 30.6283° в.д., 22.05.2015, Держинский Е.А.», 1 самец; «Беларусь, Гомельская обл., Брагинский р-н, 3 км ЮЗ д. Вялье, 51.5377° с.ш., 30.4886° в.д., 13.06.2014, Держинский Е.А.», 1 самец; «Беларусь, Гомельская обл., Кормянский р-н, 6.5 км ЮВ пгт. Корма, 53.1072° с.ш., 30.8914° в.д., 25.05.2015, Держинский Е.А.», 3 самца.

Распространение. Западная Палеарктика: Италия (северная часть), Словакия, Хорватия, Румыния, Македония, Болгария, Греция, Крымский полуостров, Турция (азиатская часть). Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собраны 5 вышеуказанных экземпляров, эти находки – самые северные в ареале вида.

Сведения по биологии. Кормовое растение гусениц не выявлено [14–15]. Стации вида: песчаная гряда с *Quercus*, *Pinus* в долине реки Днепр в Речицком, вырубка в широколиственно-сосновом лесу в Брагинском, пойменный луг у реки Сож в Кормянском районах, согласно данным на оборотах географических этикеток; моли пойманы на свет.

Литература с изображением гениталий: [14–15]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 2).

Замечания. 1. В Беларуси очень редкий вид, известен только из Полесья (Гомельская область). 2. Его принадлежность к роду *Pseudotelphusa* Janse, 1958 впервые установлена немецким энтомологом К. Саттлером [9]. 3. Объем последнего рода в настоящее время окончательно не определен [3–4; 14–15]; если его понимать в узком смысле (*s. str.*), то рассмотренный вид – третий в роде *Pseudotelphusa* Janse, 1958 в фауне Беларуси, а если в широком (*s. lat.*), то восьмой.

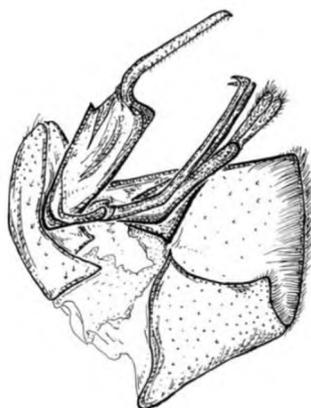


Рис. 2. *Pseudotelphusa istrella* (Mann, 1866), гениталии самца, латерально.

7. *Carpatolechia aenigma* (Sattler, 1983) (= *wagae* sensu Piskunov, 1973; = *triparella* auct., err.)

Материал. «Беларусь, Гомельская обл., Речицкий р-н, 3 км ЮЗ д. Рудня Жигальская, 52.1678° с.ш., 30.6283° в.д., 15.05.2015, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа: Нидерланды, Швейцария, Италия, Германия, Польша, Чехия, Словакия, Австрия, Венгрия, Румыния, Болгария, Украина, Крымский полуостров, Россия: Калмыкия, Среднее, Нижнее Поволжье. Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Кормовое растение гусениц не выявлено [14–15], вид отмечен в лесостепных стациях [14]. Стация вида в Беларуси: песчаная гряда с *Quercus*, *Pinus* в долине реки Днепр, согласно данным на обороте географической этикетки; моль поймана на свет. Стация вида в Украине (Сумская, Харьковская области, сборы и наблюдения первого автора в 1969–1971, 1977 годах): дубовые леса, в которых имаго обычны на стволах *Quercus*.

Литература с изображением гениталий: [4; 11; 14–15]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 3).

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Полесья (Гомельская область). 2. В русскоязычной литературе [4] приводился под названием *Pseudotelphusa wagae* (Nowicki, 1860), согласно коллекции Зоологического института РАН, в которой он был помещен под такой донной этикеткой. Однако немецкий энтомолог, работающий в Великобритании, К. Саттлер описал его как новый для науки: *Teleiodes aenigma* Sattler, 1983 [11]. Другие авторы [14–15], признавшие самостоятельность описанного вида, перенесли его в род *Carpatolechia* Cărușe, 1964, хотя последнее название считалось синонимом названия *Teleiodes* Sattler, 1960 [10]. Не углубляясь в обсуждение комплекса вопросов, связанных с номенклатурой в семействе выемчатокрылых молей, в данной работе авторы приняли точку зрения, изложенную в новой литературе [14–15]. 3. Габитуально имаго обсуждаемого вида очень сходны с широко распространенным в Палеарктике видом, полифагом *Pseudotelphusa paripunctella* (Thunberg, 1794) (= *triparella* Zeller, 1839), что отмечено в литературе [14]. Поэтому эти виды можно детерминировать лишь по препаратам генитальных структур; старые указания [21] на «*triparella* Z.» как обычный вид в дубравах степной зоны Украины следует относить к виду *Carpatolechia aenigma* (Sattler, 1983). 4. С учетом рассмотренного вида фауна Беларуси сейчас включает шесть видов рода *Carpatolechia* Cărușe, 1964; ранее [3] указывались пять, следуя новому пониманию объема последнего рода [14–15].

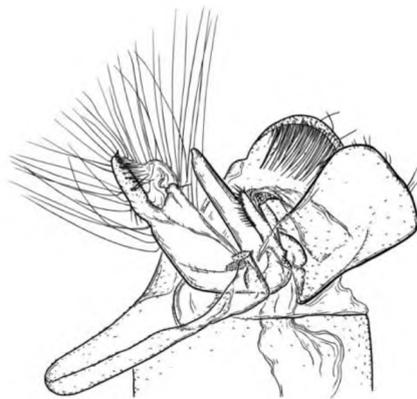


Рис. 3. *Carpatolechia aenigma* (Sattler, 1983), гениталии самца, латерально.

8. *Metzneria santolinella* (Amsel, 1936) (= *consimilella* Hackman, 1946)

Материал. «Беларусь, Витебская обл., Ушачский р-н, 1.6 км Ю д. Старые Турсы 55.1428° с.ш., 28.9495° в.д., 31.05.2013, Держинский Е.А.», 1 самец; «Беларусь, Витебская обл., Ушачский р-н, 0.7 км СЗ д. Загорье, 55.1818° с.ш., 28.8914° в.д., 01.06.2013, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа (локально), Средняя и Центральная Азия. Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собраны 2 вышеуказанных экземпляра.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Anthemis* (Asteraceae) [4; 15].

Литература с изображением гениталий: [4; 15]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 4).

Замечания 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Поозерья (Ушачский район); вышеуказанные самцы пойманы на суходолах склонов моренной гряды у озер Отолово и Черствятское, согласно данным с обратных сторон географических этикеток. 2. С учетом рассмотренного вида фауна Беларуси сейчас включает восемь видов рода *Metzneria* Zeller, 1839; ранее [3] указывались семь.

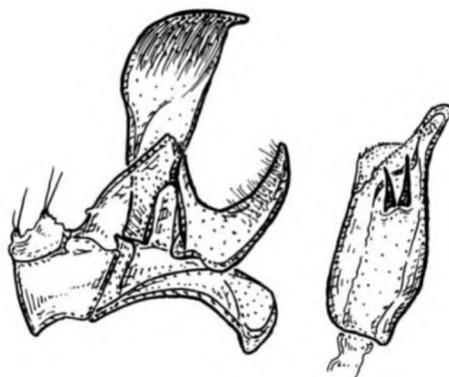


Рис. 4. *Metzneria santolinella* (Amsel, 1936), гениталии самца, латерально.

9. *Monochroa servella* (Zeller, 1839) (= *farinosae* Stainton, 1867)

Материал. «Беларусь, Брестская обл., Березовский р-н, окр. д. Мостыки, 52.3800° с.ш., 25.1385° в.д., 24.06.2015, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа, Средиземноморье, Малая Азия, азиатская часть России: юг Восточной Сибири. Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Primula* (Primulaceae) [4; 15].

Литература с изображением гениталий: [4; 15].

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Полесья; вышеуказанный самец пойман на свет на опушке сухого соснового леса у осокового болота в пойме реки Ясельды. 2. Ранее [4] виды *Monochroa servella* (Zeller, 1839) и *Monochroa farinosae* (Stainton, 1867) считались самостоятельными; в настоящее время [15; 26] второе видовое название не считается валидным и его рассматривают как синоним первого. 3. С учетом данного рассмотренного вида фауна Беларуси сейчас включает шестнадцать видов рода *Monochroa* Heinemann, 1870; большинство из них, четырнадцать, ранее перечислены в работе первого автора [3].

10. *Bryotropha affinis* (Haworth, 1828) (= *tegulella* Herrich-Schäffer, 1854; = *tectella* Herrich-Schäffer, 1854; = *affinella* Doubleday, 1859; = *affinitella* Bruand d'Uzelle, 1859)

Материал. «Беларусь, Гомельская обл., Речицкий р-н, 3 км ЮЗ д. Рудня Жигальская, 52.1678° с.ш., 30.6283° в.д., 28.07.2015, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа, исключая север Фенноскандии; острова Средиземноморья; Западный Кавказ; указание на Дальний Восток России считается сомнительным [17]. В Беларуси, по данным литературы [22], найден в Национальном парке «Припятский», Житковичский, Лельчицкий, Петриковский районы Гомельской области. Первым автором детерминирован 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы на Musci, особенно произрастающих на стенах построек, соломенных крышах зданий в сельской местности; в частности отмечен на *Tortula* (Pottiaceae) [17].

Литература с изображением гениталий: [4; 15; 17].

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Полесья (Гомельская область), включен в список выемчатокрылых молей республики [3].

11. *Athrips tetrapunctella* (Thunberg, 1794) (= *lathyri* Stainton, 1865; = *lathyrella* Doubleday, 1866)

Материал. «Беларусь, Витебская обл., Полоцкий р-н, 3 км СВ д. Залесье, 55.4258° с.ш., 29.2113° в.д., 31.05.2015, Держинский Е.А.», 1 самец, 1 самка.

Распространение. Европа. Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собраны 2 вышеуказанных экземпляра.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Lathyrus* [14–15], предположительно на *Vicia* [14] (Fabaceae).

Литература с изображением гениталий: [4; 14–15].

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Поозерья (Полоцкий район); вышеуказанный материал собран на поляне в смешанном лесу на месте бывшей деревни, во время вечернего лета имаго, согласно данным на обороте географической этикетки. 2. С учетом рассмотренного вида фауна Беларуси сейчас включает три вида рода *Athrips* Billberg, 1820; ранее [3] указывались два.

12. *Dichomeris rasilella rasilella* (Herrich-Schäffer, 1854) (= *insulella* Dumont, 1921)

Материал. «Беларусь, Брестская обл., Дрогичинский р-н, д. Ямник, 52.0942° с.ш., 24.8886° в.д., 23, 28.06.2015, Держинский Е.А.», 2 самца; «д. Тулово окр. Витебска Пискунов 20.VII.2012», 1 самец; «Беларусь, 7 км Ю Витебска, д. Старинки, 24.07.2004, Т. Васильев», 1 самец.

Распространение. Палеарктика, на восток до Южно-Курильских островов (Россия), Японии; Индо-Малайская область (Китай: остров Тайвань) (номинативный подвид); подвид *occidentella* Zerny, 1927 (Испания). В Беларуси известен из Полесья (Брестская область) и Поозерья. Всего собрано 23 экземпляра.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Centaurea*, *Artemisia* (Asteraceae) [4; 15; 23], возможно, на *Tanacetum* (то же семейство), так как третий самец, из приведенных под рубрикой «Материал», был пойман кошением энтомологическим сачком в зарослях этого растения во время его цветения.

Литература с изображением гениталий: [4; 15].

Замечания. 1. В Беларуси единичный, локальный вид; интересен зоогеографически (ареал выходит за пределы Палеарктики). 2. Ранее включался в роды *Uliaria* Dumont, 1921 [2; 4; 23], *Gomphocrates* Meyrick, 1925 [1], теперь последние названия перемещены в большую синонимику к *Dichomeris* Hübner, 1818 и помещение обсуждаемого вида в этот род общепризнано [15].

13. *Dichomeris ustalella* (Fabricius, 1794) (= *capucinella* Hübner, 1796; = *ustulatus* Fabricius, 1798; = *cornatus* Fabricius, 1798; = *burgundiellus* Bruand, 1859; = *ustulellus* auct., err.)

Материал. «Беларусь, Витебская обл., Витебский р-н, 1.2 км С д. Старинки, 55.1246° с.ш., 30.2067° в.д., 14.06.2015, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Палеарктика, на восток до Южно-Курильских островов (Россия), полуострова Корея, Японии. В Беларуси был известен по находке одного самца, также в Витебском районе (местность «Барвин Перевоз») [1]. Всего собрано 2 экземпляра.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Corylus* (Corylaceae), *Betula*, *Carpinus* (Betulaceae), *Fagus* (Fagaceae), *Acer* (Aceraceae), *Salix* (Salicaceae), *Tilia* (Tiliaceae), *Prunus* (Rosaceae); вид известен под русским названием «грабовая выемчатокрылая моль» [5]. Вышеуказанный самец пойман вторым автором на свет в еловом лесу с лещиной (*Corylus*) в подлеске.

Литература с изображениями гениталий: [4; 15]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 5).

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, обнаружен только в Поозерье. Однако он считается вредителем, включался в справочники по вредителям леса [6], вредителям сельскохозяйственных культур [5].



Рис. 5. *Dichomeris ustalella* (Fabricius, 1794), гениталии самца, латерально.

14. *Acanthophila alacella* (Zeller, 1839)

Материал. «Беларусь, Брестская обл., Дрогичинский р-н, 3.5 км ЮЗ д. Новоселки, 52.1013° с.ш., 24.7885° в.д., 24.07.2015, Держинский Е.А.», 1 самка; «Беларусь, Брестская обл., Столинский р-н, 15 км Ю д. Теребличи, 51.8794° с.ш., 27.3979° в.д., 03.07.2015, Держинский Е.А.», 1 самец; «Беларусь, Минская обл., Борисовский р-н, д. Буденичи, 54.5275° с.ш., 28.3005° в.д., 15.07.2015, Держинский Е.А.», 1 самец; «д. Тулово, окр. Витебска, Пискунов, Хитров, 2.VII.2015», 1 самка.

Распространение. Западная Палеарктика, на восток до юга Западной Сибири в России включительно. В Беларуси впервые найден в Шумилинском районе Витебской области [24], позже отмечен для Городокского района той же области и Дзержинского района Минской области [25]. Всего собрано 7 экземпляров.

Сведения по биологии. Гусеницы на Lichenes, Musci на стволах деревьев [4; 15; 24]. Вышеуказанная самка из окрестностей Витебска поймана на стволе *Salix* sp., покрытом Lichenes, на склоне оврага.

Литература с изображениями гениталий: [4; 15]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 6).

Замечания. 1. В Беларуси очень редкий вид, относящийся к числу немногих, в чьи трофические связи не входят семенные растения. Иногда [26] данный вид перемещают в род *Dichomeris* Hübner, 1818 из-за большого сходства в строении генитальных структур с видами последнего; самостоятельность рода *Acanthophila* Heinemann, 1870 при этом сомнительна и последний следует включать в большую синонимику к *Dichomeris* Hübner, 1818.



Рис. 6. *Acanthophila alacella* (Zeller, 1839), гениталии самца, латерально.

15. *Helcystogramma albinervis* (Gerasimov, 1929)

Материал. «Беларусь, Витебская обл., Ушачский р-н, 0.7 км СЗ д. Загорье; 55.1818° с.ш., 28.8914° в.д., 01.06.2013, Держинский Е.А.», 1 самец; «Беларусь, Витебская обл., Витебский р-н, 15 км З г. Витебска, окр. ст. Летцы, 05.08.2012, Держинский Е.А.», 1 самка; «пос. Улановичи, 4 км С Витебска, Беларусь, Іг. Пискунов В.И. 1.VI.2015», 1 самец; «Беларусь, Гомельская обл., Речицкий р-н, 3 км ЮЗ д. Рудня Жигальская, 52.1678° с.ш., 30.6283° в.д., 23, 24.05.2015, Держинский Е.А.», 3 самца; «Беларусь, Гомельская обл., Гомельский р-н, 4.5 км ЮЗ д. Ченки, 52.3192° с.ш., 30.9382° в.д., 19.05.2015, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа, на восток до Среднего и Южного Урала. В Беларуси сейчас известен, с учетом ранее опубликованных данных [23; 25; 27] из 12 районов 5 областей: Брестской (Пинский район), Гродненской (Мостовский, Новогрудский районы), Минской (Дзержинский, Минский районы), Витебской (Городокский, Витебский, Сенненский районы), Гомельской (Речицкий, Житковичский, Гомельский, Лоевский районы). Всего собрано 28 экземпляров.

Сведения по биологии. Кормовое растение гусениц не выявлено [15], вероятно, хортофил [28], судя по трофическим связям других видов рода. Почти все находки имаго сделаны на источники света, исключая одного указанного выше самца из пос. Улановичи в окрестностях г. Витебска, который был пойман кошением энтомологическим сачком по редкой травянистой растительности на опушке соснового леса.

Литература с изображением гениталий: [4; 15]. Приводим рисунок гениталий самца по новому материалу (рис. 7).

Замечания. 1. В странах Центральной Европы встречается очень локально [15]. 2. Вид предлагался как возможный кандидат в одно из переизданий «Красной книги Республики Беларусь» [28].



Рис. 7. *Helcystogramma albinervis* (Gerasimov, 1929), гениталии самца, латерально.

16. *Synopacma albifrontella* (Heinemann, 1870) (= *azosterella* Gozmány, 1957, nec Herrich-Schäffer, 1855; = *ignobiliella* Heinemann, 1870)

Материал. «Беларусь, Витебская обл., Полоцкий р-н, 6 км В д. Полота, 55.6195° с.ш.; 29.2111° в.д., 10.05.2013, Держинский Е.А.», 1 самец.

Распространение. Европа (локально). Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Astragalus* (Fabaceae) [15].

Литература с изображением гениталий: [8; 15].

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из Поозерья (Полоцкий район); вышеуказанный самец пойман на свет на песчаной пустоши, поросшей *Betula*, *Populus*, *Pinus*, *Calluna*.

2. Второе название из видовой синонимии предложено для формы этого вида с редуцированной белой наружной перевязью на передних крыльях имаго [8]. 3. Строение эдеагуса в гениталиях самца данного вида более характерно для рода *Aproaereta* Durrant, 1897, чем для рода *Syncopasta* Meyrick, 1925 [8].

17. *Syncopasta vinella* (Banks, 1898)

Материал. «Беларусь, Минская обл., Минский р-н, 6.5 км ЮВ д. Колодищи, 53.8961° с.ш., 27.8185° в.д., 08.07.2015, Держинский Е.А.», 1 самка.

Распространение. Европа (локально), Ближний Восток. Для территории Беларуси вид отмечается впервые. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Genista*, *Medicago*, *Trifolium* (Fabaceae) [15].

Литература с изображением гениталий: [8; 15]. Приводим рисунок гениталий самки по новому материалу (рис. 8).

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из центра республики; вышеуказанная самка поймана на свет на ксерофитной пустоши, зарастающей *Betula*, *Populus*, *Salix*, согласно данным на обороте географической этикетки. 2. С учетом предыдущего и данного рассмотренных видов фауна Беларуси сейчас включает пять видов рода *Syncopasta* Meyrick, 1925; ранее [3] указывались три.

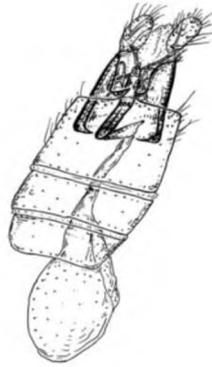


Рис. 8. *Syncopasta vinella* (Banks, 1898), гениталии самки, вентрально.

18. *Anacampsis timidella* (Wocke, 1887) (= *disquei* Meess, 1907; = *quercella* Chrétien, 1907)

Материал. «д. Жирмуны 2.5 км N г. Узда Минская обл., 53.5072° с.ш., 27.1994° в.д., leg. Писаненко А., 25.VII.2015», 1 самка.

Распространение. Северо-Западная Африка, средняя полоса, юг Западной Европы, Беларусь, Украина, Россия: юг европейской части, Приморский край; Закавказье, Ближний Восток. В Беларуси известен, по краткой публикации первого автора [20], из Узденского района Минской области. Собран 1 вышеуказанный экземпляр.

Сведения по биологии. Гусеницы на *Quercus* (Fagaceae) [4; 6; 15], имаго на стволах деревьев видов этого рода.

Литература с изображением гениталий: [4; 15]. Приводим рисунок гениталий самки по новому материалу (рис. 9).

Замечания. 1. В Беларуси уникальный вид, известен только из центра республики; вышеуказанная самка поймана на вырубке в грабово-дубовом лесу. Отмечался как вредитель леса [6]. 2. С учетом рассмотренного вида фауна Беларуси сейчас включает четыре вида рода *Anacampsis* Curtis, 1827; ранее [3] указывались три.

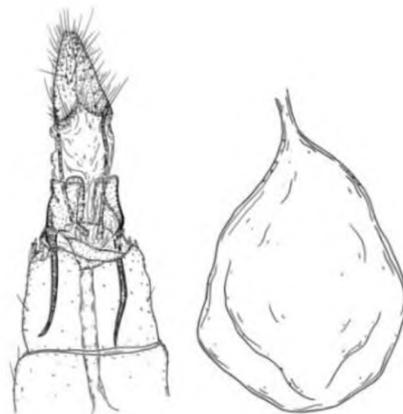


Рис. 9. *Anacampsis timidella* (Wocke, 1887), гениталии самки, вентрально, справа копулятивная сумка.

Заклучение. Проанализированы по наличию фактического материала, общему распространению, распространению в Беларуси, трофическим связям гусениц, обилию и вредоносности 18 видов выемчатокрылых молей. Собранный материал хранится в биологическом музее ВГУ имени П.М. Машерова, Зоологическом музее БГУ (г. Минск), Зоологическом институте РАН (г. Санкт-Петербург, Россия). Преобладают европейские (5) и западнопалеарктические (7) виды; палеарктических видов – 4, видов, чьи ареалы выходят за пределы Палеарктики, – 2. Девять видов впервые отмечаются для фауны Беларуси; еще девять отмечаются для этой же фауны повторно, с приведением либо нового фактического материала, либо дополнительной информации по распространению и трофическим связям гусениц. Находки очень редкого вида *Pseudotelphusa istrella* (Mann, 1866) в Гомельской области оказались самыми северными в его ареале. Род *Mirificarma* Gozmány, 1955 впервые указывается для фауны Беларуси по фактическому материалу одного вида. Уточнен видовой объем 10 родов. На лишайниках отмечен 1 вид, на хвощах – 1, на мхах – 2, на хвойных древесных породах – 2, на лиственных – 3, на травянистых растениях – 8. Среди семенных растений на сосновых и кипарисовых отмечено по одному виду, на бобовых – 4, ивовых – 2, астровых – 2, буковых, березовых, лещиновых, первоцветных, маревых, липовых, розоцветных, кленовых – по 1 виду. У четырех видов трофические связи гусениц не выяснены. По степени обилия преобладают уникальные виды – 13; очень редких и единичных – по 2 вида, а обычных – 1. Как вредители леса из числа изученных в литературе отмечены 2, а как вредитель сельскохозяйственных культур – 1 вид. Два вида являются потенциальными вредителями хвойных древесных пород. С учетом данной публикации фауна выемчатокрылых молей Беларуси включает 163 вида (ранее [20] были отмечены 154).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискунов, В.И. К фауне выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae) Белоруссии / В.И. Пискунов // Энтомол. обозрение. – 1972. – Т. LI, вып. 3. – С. 595–603.
2. Пискунов, В.И. Фауна выемчатокрылых молей (Lepidoptera: Gelechiidae) Беларуси / В.И. Пискунов // Вестник БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 1997. – № 3. – С. 39–46.
3. Пискунов, В.И. Список видов выемчатокрылых молей (Lepidoptera: Gelechiidae) Беларуси по результатам исследований в 1968–2009 годах / В.И. Пискунов // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2010. – № 5(95). – С. 49–54.
4. Пискунов, В.И. Сем. Gelechiidae – выемчатокрылые моли / В.И. Пискунов // Определитель насекомых европейской части СССР. Чешуекрылые. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1981. – Т. 4, ч. 2. – С. 659–748.
5. Сем. Gelechiidae – выемчатокрылые моли / сост. А.Л. Львовский, В.И. Пискунов // Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур / отв. ред. В.И. Кузнецов. – СПб.: Наука, 1999. – Т. III: Чешуекрылые. – Ч. 2. – С. 46–93.
6. Кожанчиков, И.В. Отряд Lepidoptera – Чешуекрылые, или бабочки / И.В. Кожанчиков // Вредители леса. Справочник / ред. А.А. Штакельберг. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – Т. I. – С. 35–285.
7. Загуляев, А.К. Моли и огневки – вредители зерна и продовольственных запасов / А.К. Загуляев. – М.–Л.: Наука, 1965. – 271 с.
8. Wolff, N.L. Further notes on the Stomopteryx group (Lepid. Gelechiidae) / N.L. Wolff // Entomol. medd. – 1958. – Bd. 28, Hf. 5–6. – P. 224–281.
9. Sattler, K. Generische Gruppierung der europäischen Arten der Sammelgattung Gelechia (Lepidoptera, Gelechiidae) / K. Sattler // Dtsch. entomol. Z. – 1960. – N.F. Bd. 7, Hf. I/II. – S. 10–118.
10. Ивинскис, П.П. 9 новых для фауны Литовской ССР видов выемчатокрылых молей, обнаруженных в 1976–1977 гг. / П.П. Ивинскис, В.И. Пискунов // Тр. АН Лит. ССР. Сер. В. – 1979. – Т. 4(88). – С. 51–60.
11. Sattler, K. Teleiodes aenigma sp. n. / K. Sattler // Kasy, F. Die Schmetterlingsfauna des WWF – Naturreservates «Hundsheimer Berge» in Niederösterreich / F. Kasy // Z. Arbeitsgemeinschaft. Österr. Entomol. – 1983. – Jahr. 34. Suppl. – S. 15–18.
12. Pitkin, L.M. Gelechiid moths of the genus *Mirificarma* / L.M. Pitkin // Bull. Brit. Mus. (Natur. Hist.) Ser. Entomol. – 1984. – Vol. 48, № 1. – P. 1–70.
13. Huemer, P. A taxonomic revision of Palaearctic *Chionodes* (Lepidoptera: Gelechiidae) / P. Huemer, K. Sattler // Beitr. Entomol. – 1995. – Vol. 45, № 1. – P. 3–108.
14. Huemer, P. Gelechiidae I (Gelechiinae: Teleiodini, Gelechiini) / P. Huemer, O. Karsholt // Microlepidoptera of Europe. – Stenstrup: Apollo Books, 1999. – Vol. 3. – 356 p.
15. Elsner, G. Die Palpenmotten (Lepidoptera, Gelechiidae) Mitteleuropas: Bestimmung – Verbreitung – Flugstandort. Lebensweise der Raupen / G. Elsner [et al.]. – Bratislava: František Slamka, 1999. – 208 S.
16. Povolný, D. Iconographia tribus Gnorimoschemini (Lepidoptera: Gelechiidae) Regionis Palaearcticae / D. Povolný. – Bratislava: František Slamka, 2002. – 110 S., 16 Farbtafeln, 87 Tafeln der Genitalien.
17. Karsholt, O. The genus *Bryotropha* Heinemann in the Western Palaearctic (Lepidoptera, Gelechiidae) / O. Karsholt, T. Rutten // Tijdschrift voor Entomol. – 2005. – Vol. 148, № 1. – P. 77–207.
18. Huemer, P. Gelechiidae II (Gelechiinae: Gnorimoschemini) / P. Huemer, O. Karsholt // Microlepidoptera of Europe. – Stenstrup: Apollo Books, 2010. – Vol. 6. – 586 p.
19. Палий, В.Ф. Об определении обилия в фаунистических исследованиях / В.Ф. Палий // Сб. энтомол. работ. (АН Кирг. ССР. Всесоюз. энтомол. о-во. Кирг. отд-ние). – Фрунзе: Илим, 1965. – С. 112–121.
20. Пискунов, В.И. Выемчатокрылые моли родов *Chionodes* Hbn. и *Anacamptis* Curt. (Lepidoptera: Gelechiidae) фауны Беларуси / В.И. Пискунов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XXI (68) Регион. науч.-практ. конф. препод., науч. сотр. и аспирантов, Витебск, 11–12 февр. 2016 г. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2016. – Т. 1. – С. 80–82.
21. Вайнштейн, Б.А. Листогрызущие вредители дуба и их сезонная динамика / Б.А. Вайнштейн // Зоол. журн. – 1950. – Т. XXIX, вып. 2. – С. 107–112.
22. Шешурак, П.Н. К изучению энтомофауны Национального парка «Припятский» (Республика Беларусь). 1. Чешуекрылые. Часть II / П.Н. Шешурак // Заповідна справа в Україні. – 2001. – Т. 7, вып. 2. – С. 41–49.
23. Пискунов, В.И. Уточнение перечня видов выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae) Беларуси / В.И. Пискунов, И.А. Солодовников // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2004. – № 2(32). – С. 131–138.

24. Пискунов, В.И. Новые материалы по фауне выемчатокрылых молей (Lepidoptera, Gelechiidae) Белоруссии / В.И. Пискунов // Фауна и экология насекомых Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1979. – С. 168–173.
25. Пискунов, В.И. Уточнение списка видов выемчатокрылых молей (Lepidoptera: Gelechiidae) Беларуси по результатам исследований 2012–2014 годов / В.И. Пискунов // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XX (67) Регион. науч.-практ. конф. препод., науч. сотр. и аспирантов, Витебск, 12–13 марта 2015 г. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2015. – Т. 1. – С. 69–70.
26. Buszko, J. Gelechiidae / J. Buszko, O. Karsholt, T. Rynarzewski // The Lepidoptera of Poland: A Distributional Checklist / ed. by J. Buszko, J. Nowacki // Polish entomological monographs. – Poznań, Toruń: Polskie Towarzystwo Entomologiczne, 2000. – Vol. 1. – P. 44–51, 137.
27. Пискунов, В.И. Выемчатокрылые моли (Lepidoptera, Gelechiidae) приграничных районов Витебской, Псковской и Смоленской областей / В.И. Пискунов // Актуальные проблемы приграничных районов Беларуси и Российской Федерации: материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 27 мая 2011 г. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011. – С. 312–314.
28. Пискунов, В.И. *Helcystogramma albinervis* (Gerasimov, 1929) (Lepidoptera, Gelechiidae) – возможный кандидат в «Красную книгу Республики Беларусь» / В.И. Пискунов // Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы: материалы респ. науч. конф., Витебск, 12–13 дек. 2002 г. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2002. – С. 175–176.

REFERENCES

1. Piskunov V.I. *Entomol. obozreniye* [Entomological Review], 1972, LI (3), pp. 595–603.
2. Piskunov V.I. *Vestnik BGU. Ser. 2: Khimiya. Biologiya. Geografiya*. [Journal of BSU. Ser. 2: Chemistry. Biology. Geography], 1997, 3, pp. 39–46.
3. Piskunov V.I. *Vesnik VDU* [Journal of VSU], 2010, 5(95), pp. 49–54.
4. Piskunov V.I. *Opredelitel nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR. Cheshuyekriiye*. [Directory of Insects of the European Part of the USSR. Lepidoptera.]. L., Nauka, Leningr. otd-niiye, 1981, 4, Part 2, pp. 659–748.
5. Lvovski A.L., Piskunov V.I. *Nasekomiye i kleshchi – vrediteli selskokhoziaistvennikh kultur* [Insects and Mites – Pests of Agricultural Crops], SPb., Nauka, 1999, Vol. 3, Part 2, pp. 46–93.
6. Kozhanchikov I.V. *Vrediteli lesa. Spravochnik* [Wood Pests. Directory], M.–L., izd-vo AN SSSR, 1955, I, pp. 35–285.
7. Zaguliyev A.K. *Moli i ognevki – vrediteli zerna i prodovolstvennikh zasposov* [Moles and Flints – Grain and Foodstuff Pests], M.–L., Nauka, 1965, 271 p.
8. Wolff, N.L. Further notes on the Stomopteryx group (Lepid. Gelechiidae) / N.L. Wolff // *Entomol. medd.* – 1958. – Bd. 28, Hf. 5–6. – P. 224–281.
9. Sattler, K. Generische Gruppierung der europäischen Arten der Sammelgattung Gelechia (Lepidoptera, Gelechiidae) / K. Sattler // *Dtsch. entomol. Z.* – 1960. – N.F. Bd. 7, Hf. I/II. – S. 10–118.
10. Ivinskis P.P., Piskunov V.I. *Tr. AN Lit. SSR. Ser. B.* [Works of Academy of Sciences of Lith. SSR. Ser. B.], 1979, 4(88), pp. 51–60.
11. Sattler, K. *Teleiodes aenigma* sp. n. / K. Sattler // Kasy, F. Die Schmetterlingsfauna des WWF – Naturreserve «Hundsheimer Berge» in Niederösterreich / F. Kasy // *Z. Arbeitsgemeinschaft. Österr. Entomol.* – 1983. – Jahr. 34. Suppl. – S. 15–18.
12. Pitkin, L.M. Gelechiid moths of the genus *Mirificarma* / L.M. Pitkin // *Bull. Brit. Mus. (Natur. Hist.) Ser. Entomol.* – 1984. – Vol. 48, № 1. – P. 1–70.
13. Huemer, P. A taxonomic revision of Palaearctic *Chionodes* (Lepidoptera: Gelechiidae) / P. Huemer, K. Sattler // *Beitr. Entomol.* – 1995. – Vol. 45, № 1. – P. 3–108.
14. Huemer, P. Gelechiidae I (Gelechiinae: Teleiodini, Gelechiini) / P. Huemer, O. Karsholt // *Microlepidoptera of Europe.* – Stenstrup: Apollo Books, 1999. – Vol. 3. – 356 p.
15. Elsner, G. Die Palpenmotten (Lepidoptera, Gelechiidae) Mitteleuropas: Bestimmung – Verbreitung – Flugstandort. Lebensweise der Raupen / G. Elsner [et al.]. – Bratislava: František Slamka, 1999. – 208 S.
16. Povolný, D. *Iconographia tribus Gnorimoschemini (Lepidoptera: Gelechiidae) Regionis Palaearcticae* / D. Povolný. – Bratislava: František Slamka, 2002. – 110 S., 16 Farbtafeln, 87 Tafeln der Genitalien.
17. Karsholt, O. The genus *Bryotropha* Heinemann in the Western Palaearctic (Lepidoptera, Gelechiidae) / O. Karsholt, T. Rutten // *Tijdschrift voor Entomol.* – 2005. – Vol. 148, № 1. – P. 77–207.
18. Huemer, P. Gelechiidae II (Gelechiinae: Gnorimoschemini) / P. Huemer, O. Karsholt // *Microlepidoptera of Europe.* – Stenstrup: Apollo Books, 2010. – Vol. 6. – 586 p.
19. Paliy V.F. *Sb. entomol. rabot. AN Kirg. SSR. Vses. Entomol. o-vo. Kirg. otd-niye* [Collection of Entomological Works. Academy of Sciences of Kirg. SSR], Frunze, Ilim, 1965, pp. 112–121.
20. Piskunov V.I. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: Mater. XXI (68) Region. nauch.-prakt. konf. prepod., nauch. sotr. i aspir., 11–12 fevr. 2016 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Materials of the XXI (68) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Scholars and Postgraduates, February 11–12, 2016], Vitebsk, Vitebsk State P.M. Masherov University, 2016, 1, pp. 80–82.
21. Veinstein B.A. *Zool zhurn.* [Zoological Journal], 1950, XXIX (2), pp. 107–112.
22. Sheshurak P.N. *Zapovidna sprava v Ukraini* [Reserve Business in Ukraine], 2001, 7(2), pp. 41–49.
23. Piskunov V.I., Solodovnikov I.A. *Vesnik VDU* [Journal of VSU], 2004, 2(32), pp. 131–138.
24. Piskunov V.I. *Fauna i ekologiya nasekomykh Belorussii* [Fauna and Ecology of Insects of Belarus], Minsk, Nauka i tekhnika, 1979, pp. 168–173.
25. Piskunov V.I. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: Mater. XX (67) Region. nauch.-prakt. konf. prepod., nauch. sotr. i aspir., 12–13 marta 2015 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Materials of the XX (67) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Scholars and Postgraduates, March 12–13, 2015], Vitebsk, Vitebsk State P.M. Masherov University, 2015, 1, pp. 69–70.
26. Buszko, J. Gelechiidae / J. Buszko, O. Karsholt, T. Rynarzewski // The Lepidoptera of Poland: A Distributional Checklist / ed. by J. Buszko, J. Nowacki // Polish entomological monographs. – Poznań, Toruń: Polskie Towarzystwo Entomologiczne, 2000. – Vol. 1. – P. 44–51, 137.
27. Piskunov V.I. *Aktualniye problemi prigranichnikh rayonov Belarusi i Rossiiskoi Federatsii: Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Vitebsk, 27 maya 2011 g.* [Current Issues of Borderline Districts of Belarus and Russian Federation: Materials of International Scientific and Practical Conference, Vitebsk, May 27, 2011], Vitebsk, Vitebsk State P.M. Masherov University, 2011, pp. 312–314.
28. Piskunov V.I. *Krasnaya kniga Respubliki Belarus: sostoyaniye, problemi, perspektivi: Mater. respubl. nauch. konf., 12–13 dek. 2002 g.* [Red Book of the Republic of Belarus: State, Issues, Prospects: Materials of the Republic Scientific Conference, December, 12–13 2002], Vitebsk, Vitebsk State P.M. Masherov University, 2002, pp. 175–176.

Поступила в редакцию 16.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: kzoolog@vsu.by – Пискунов В.И.



ПЕДАГОГІКА

УДК 373.016:811.1

Нестандартный урок как коммуникативная форма повышения эффективности обучения иностранному языку

Л.И. Бобылева

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

Формирование у учащихся коммуникативной компетенции предполагает использование таких технологий обучения, которые обеспечили бы моделирование процессов общения в учебной аудитории.

Цель статьи – анализ методических особенностей нестандартного урока иностранного языка и разработка практических рекомендаций по его применению.

Материал и методы. *Источниками исследования являются психолого-педагогические и методические работы в рамках выделенной проблемы, непосредственный педагогический опыт автора в преподавании дисциплин «Методика обучения иностранным языкам», «Современные технологии обучения иностранным языкам», «Современный урок иностранного языка» на филологическом факультете Витебского государственного университета имени П.М. Машерова.*

Результаты и их обсуждение. *В результате исследования были выявлены следующие концептуальные положения: 1) нестандартные уроки характеризуются ярко выраженной коммуникативной направленностью, ситуативностью, речемыслительной активностью учащихся, личностно ориентированным подходом к процессу обучения, полифункциональностью всех видов речевой деятельности; 2) изучение разных видов нестандартных уроков позволило выделить их четыре основных типа: а) урок открытия новых знаний, б) урок-рефлексию, в) урок систематизации знаний, г) урок развивающего контроля; 3) успешное проведение нестандартного урока предусматривает 3 этапа: подготовку, презентацию, подведение итогов.*

Заключение. *Нестандартный урок иностранного языка реализует на практике такие критерии коммуникативного обучения, как мотивированность, личностный смысл, включение в общение, активность, осмысленность, проблемность, прагматика речи, ее выразительность, эмоциональность, содержательность.*

Для решения педагогических задач при проведении нестандартного урока учителю иностранного языка необходимо обладать следующими коммуникативными умениями: 1) вызывать и формировать у учащихся потребность общаться на иностранном языке самостоятельно; 2) создавать и использовать учебно-речевые ситуации с целью стимулирования речевой деятельности учащихся и управления ею; 3) перестраивать свое речевое воздействие в зависимости от конкретных условий обучения.

Ключевые слова: *нестандартный урок, коммуникативная компетенция, типы уроков, этапы работы, образовательная ценность.*

The Non-Standard Lesson as a Communicative Form of Foreign Language Teaching Efficiency Increase

L.I. Bobyleva

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

Students' communicative competence development presupposes teaching technologies which ensure communicative process modeling in the classroom. The aim of the article is to analyze the methodological peculiarities of the non-standard foreign language lesson and to work up practical recommendations.

Material and methods. *The research is based on psychological, pedagogical and methodological literature analysis and the author's personal experience in lecturing methodology of foreign language teaching and giving English classes at the Philology Department of Vitebsk State P.M. Masherov University.*

Findings and their discussion. *As a result of the research the following conceptual theses were defined: 1) non-standard lessons are characterized by a distinct communicative orientation, a situation-based student-oriented active approach to teaching, multifunctional peculiarities of all kinds of speech activity; 2) the following four types of the non-standard lesson were classified: a) a lesson of new knowledge discovery, b) a reflection lesson, c) a lesson of knowledge systematization, d) a lesson of developing control; 3) a successful conduct of the non-standard lesson includes 3 stages: a preparatory stage, lesson presentation, summing-up.*

Conclusion. *Non-standard foreign language lessons put into practice such criteria of communicative learning as motivation, personal purport, communication involvement, activity, comprehension, problematic character, pragmatics of speech, its expressiveness, emotionality, richness in content.*

To solve pedagogical tasks during the non-standard lesson a foreign language teacher must have the following communicative skills: 1) to develop and induce students to communicate in a foreign language on their own; 2) to create and use teaching communicative situations to stimulate and control students' speech activity; 3) to be verbally flexible in accordance with definite teaching circumstances.

Key words: *a non-standard lesson, communicative competence, lesson types, stages of work. educational value.*

Необходимость повышения качества обучения, создания условий, обеспечивающих вхождение Республики Беларусь в мировое общеобразовательное пространство, обуславливает дальнейшую разработку концептуальных основ обучения иностранным языкам в системе непрерывного образования. В этой связи особое значение имеют изучение и научная систематизация методических подходов к организации занятий по иностранному языку.

Цель статьи – анализ методических особенностей нестандартного (сценарного) урока иностранного языка как коммуникативной формы обучения и разработка практических рекомендаций для его проведения.

Материал и методы. Источниками исследования являются психолого-педагогические и методические работы в рамках выделенной проблемы, непосредственный педагогический опыт автора в преподавании дисциплин «Методика обучения иностранным языкам», «Современные технологии обучения иностранным языкам», «Современный урок иностранного языка» на филологическом факультете ВГУ имени П.М. Машерова. При этом использовался системный анализ научной литературы по рассматриваемой теме, а также методы обобщения, моделирования, интерпретации результатов исследования.

Результаты и их обсуждение. В основе рациональной организации урока лежат требования, соблюдение которых позволяет учителю повысить коэффициент полезной деятельности учащихся, а следовательно, и качество их обучения. В совокупности эти требования ориентируют учителя на оптимальную структуру урока, являясь одновременно и критерием качества проведенного занятия. Исходя из целевой характеристики урока, декларируется следующий ряд традиционных требований: 1) все стороны урока должны соответствовать его целевой стороне, которая является ведущей; 2) полноценное обучение всегда имеет развивающий и воспитывающий характер, а развитие и воспитание органично входят в процесс обучения; 3) необходимо осуществлять обучение в зоне ближайшего развития ученика, обучение должно вести за собой развитие, а не отставать от него; 4) учителю нужно учитывать индивидуальные возможности учащихся; 5) при формулировании целей урока необходимо принимать во внимание связь урока как с предыдущими, так и с последующими уроками, место урока в расписании учебного дня, возрастные особенности учащихся [1].

Вместе с тем на традиционном уроке не всегда создаются оптимальные возможности для речевого поведения учащихся в условиях, максимально приближенных к естественной межъязыковой коммуникации, что значительно затрудняет реализацию на практике таких требований к современному уроку иностранного языка, как 1) использование взаимосвязанных ситуаций общения, моделирующих диалог культур и обеспечивающих интегративность овладения учащимися ключевыми компетенциями (речевой, языковой, социокультурной, компенсаторной, учебно-познавательной); 2) подготовка учащихся к межкультурному общению; 3) усвоение в процессе этого общения языкового и речевого учебного материала; 4) развитие умений получать и передавать информацию посредством языковых знаний; 5) применение стратегии развития учебно-познавательных умений учащихся, овладение техниками учебного труда [2, с. 27–28].

В этой связи особое значение имеют нестандартные уроки иностранного языка, на которых речевая деятельность учащихся осуществляется в ситуациях, максимально приближенных к реальным, и которые характеризуются ярко выраженной коммуникативной направленностью, ситуативностью, речемыслительной активностью, личностно ориентированным подходом к процессу обучения, полифункциональностью всех видов речевой деятельности.

Сценарное проведение уроков, строящееся на принципах сотрудничества, имеет ряд преимуществ перед традиционным уроком: а) возрастает объем усваиваемого материала и глубина его понимания; б) растут познавательная активность и творческая самостоятельность учащихся в процессе овладения иноязычным общением, максимально приближенным к естественному; в) снижаются дисциплинарные трудности, обусловленные проблемами учебной мотивации, ученики получают больше удовлетворения от знаний, комфортнее чувствуют себя на занятии; г) меняется характер взаимоотношений между учениками, возрастает сплоченность класса, при этом само- и взаимоуважение растет одновременно с критичностью, способностью адекватно оценивать свои и чужие возможности; д) ученики приобретают важные социальные навыки: ответственность, умение строить собственное поведение с учетом позиции других людей, сопереживание за товарища и др.; е) развиваются навыки самостоятельной работы учащихся; ж) учитель получает возможность индивидуализировать обучение, учитывая склонности и интересы детей, их уровень подготовки, темп работы, при этом создаются условия для лучшего изучения личности каждого ученика.

Методически высокоэффективными, реализующими задачи обучения, развития и воспитания учащихся, являются такие виды нестандартного урока, как ролевая игра, дискуссия, мозговая атака, ток-шоу, урок-проект, экскурсия, урок-конкурс, урок-викторина, урок-концерт, урок-спектакль, пресс-конференция, урок-симуляция. Несмотря на ряд общих характеристик, каждый из указанных видов имеет свои особенности (табл.).

Таблица

Виды нестандартных уроков и их характерные особенности

Вид урока	Основные характеристики
1) ролевая игра	<ul style="list-style-type: none"> • наличие единого сюжета, соответствующего избранной коммуникативной ситуации; • распределение ролей среди учащихся и предъявление ролевых заданий; • подготовка необходимого реквизита, продуманное размещение участников в классе; • регулирование хода игры ведущим/учителем; • подведение итогов игры.
2) дискуссия	<ul style="list-style-type: none"> • наличие проблемы для обсуждения, предполагающей различные точки зрения; • выявление среди участников сторонников и противников определенной точки зрения; • самостоятельная подготовка учащимися аргументов и контраргументов; • представление каждой стороной аргументов и их обсуждение; • подведение итогов обсуждения: оценка и обобщение приведенных фактов и аргументов.
3) мозговая атака	<ul style="list-style-type: none"> • предъявление проблемы, которую необходимо решить; • наличие специфических ролей (генераторы идей, критики, эксперты); • ограниченность во времени, предоставленном для решения проблемы; • фиксация как можно большего количества предложений по решению проблемы (без комментирования и обсуждения); • выбор экспертами 1–3 наиболее рациональных вариантов решения проблемы.
4) ток-шоу	<ul style="list-style-type: none"> • наличие актуальной темы-проблемы; • участие знаменитости/звезды; • подготовка острых вопросов межтематического характера; • регулирование ведущим хода беседы; • подведение итогов.

Окончание табл.

5) проект	<ul style="list-style-type: none"> • наличие проблемы как основы для коммуникативно-познавательной деятельности; • цикличная организация учебного процесса; • самостоятельное планирование и реализация учащимися содержания проекта; • реализация коммуникативно-познавательной деятельности учащихся в виде проекта (создание собственного журнала, проведение социологического исследования, подготовка радишоу, разработка денотатной карты и т.д.).
6) экскурсия (реальная или воображаемая)	<ul style="list-style-type: none"> • выбор объектов для посещения с учетом интересов экскурсантов; • обсуждение и утверждение группой плана экскурсии; • распределение ролей среди учащихся; • разработка экскурсоводом сценария экскурсии; • подготовка необходимой изобразительной наглядности (открытки, фотографии, слайды, видеоклипы и др.).
7) урок-конкурс, викторина, КВН	<ul style="list-style-type: none"> • составление заданий, контролирующих знания, навыки и умения учащихся в данных видах речевой деятельности (РД); • использование учащимися в ходе самостоятельной подготовки различных дополнительных источников: справочников, статей из газет и журналов, докладов по другим предметам и т.д.; • игровые, соревновательные формы контроля и взаимоконтроля; • широкое применение парной и групповой работы; • подведение итогов работы, оценка РД учащихся и их поощрение членами жюри и учителем.
8) симуляция	<ul style="list-style-type: none"> • максимальная приближенность ситуации к реальности; • предоставление участникам основных фактов, имеющих отношение к данной ситуации (проблеме), которые не должны быть домыслены или изменены; • проигрывание полученных ролей в соответствии с собственными взглядами, жизненным и языковым опытом; • обобщение результатов, обсуждение в виде устного или письменного сообщения.

Успешное проведение нестандартного урока предусматривает 3 этапа: 1) подготовку, 2) презентацию, 3) подведение итогов.

Подготовительный этап включает выполнение необходимых предварительных заданий, обеспечивающих реализацию коммуникативных задач урока, систематизацию нужных учебных материалов. При этом обязательно следует учитывать фактический языковой уровень конкретного класса, возможность успешного восприятия учащимися оригинальной формы урока. Это важно прежде всего для того, чтобы не потратить время впустую ради простой занимательности, а использовать занятие для более эффективного усвоения материала.

При анализе проведенного нестандартного урока рекомендуется оценивать не только степень достижения поставленных целей, но и тот эмоциональный тонус, который устанавливается на уроке, а также интерес учащихся, их инициативность, взаимопомощь и другие благоприятные условия, положительно влияющие на формирование личности школьника. В этой связи особое значение приобретают вопросы развития у учащихся умений и навыков рефлексии со всеми ее составляющими: 1) рефлексия настроения и эмоционального состояния, 2) рефлексия содержания учебного материала, 3) рефлексия деятельности, включающая и самооценку работы, 4) рефлексия достижения цели [3, с. 19–26; 4].

При организации обсуждения результатов работы целесообразно познакомить учащихся с правилами проведения дискуссии (на английском языке), которые помогают решать как воспитательные задачи – формирование коммуникативной и дискуссионной культуры, так и служат опорным вербальным материалом на этапе рефлексии.

Чтобы показать учащимся, как они работали в группе, каков был их уровень коммуникации, можно использовать следующую оценочную схему:

1. Понравилось ли вам занятие? Почему?
2. Что нового и интересного вы сегодня узнали?
3. Достаточной ли была подготовка к уроку?

4. Какой стиль общения преобладал в работе – ориентированный на выполнение задачи или на отдельного учащегося?
5. Сохранилось ли единство группы в ходе выполнения задачи?
6. Какие коммуникативные трудности вы испытывали при выполнении задачи (недостаток информации, незнание правил речевого этикета, речевых моделей, языкового материала и др.)?
7. Успешно ли прошел урок (ролевая игра, экскурсия, ток-шоу и др.)? Обоснуйте свою оценку в виде похвалы, одобрения, пожелания, замечания и т.д.

В качестве примера рассмотрим более детально методику подготовки и проведения нестандартного урока в форме ролевой игры (РИ), обладающей большими обучающими возможностями. РИ можно расценивать как одну из самых точных моделей общения, сочетающих речевое и неречевое поведение партнеров. РИ обладает большими мотивационно-побудительными возможностями, ведущими к усилению личностной сопричастности ко всему происходящему. Более того, РИ способствует расширению ассоциативной базы при усвоении языкового материала, т.к. учебные ситуации предполагают описание обстановки, характеристик действующих лиц, их взаимоотношений и т.д. Другими достоинствами РИ являются расширение сферы общения, формирование умений учебного сотрудничества и партнерства, развитие и воспитание учащихся в процессе работы.

Классификация РИ предполагает их разделение на две основные группы: контролируемая РИ и свободная РИ. Контролируемая РИ является более простым видом и может быть построена на основе диалога или текста. В первом случае учащиеся знакомятся с базовым диалогом и прорабатывают его, усваивая нормы речевого этикета и лексико-грамматический материал. После этого они составляют и разыгрывают свой вариант диалога с опорой на базовый. Собственный диалог может быть длиннее базового, содержать иное наполнение и новую коммуникативную задачу.

РИ на основе текста предусматривает изучение текста и составление сценария РИ, например, один из учащихся может сыграть роль какого-либо персонажа текста, а другие ученики – журналистов, берущих у него интервью. Причем ученики-репортеры могут задавать не только те вопросы, ответы на которые есть в тексте, но и другие, тесно связанные с обсуждаемой темой.

При проведении свободной РИ учитель указывает лишь тему и объясняет ролевые предписания, а учащиеся составляют различные ситуации, самостоятельно разрабатывая сценарий.

Успешное проведение РИ предполагает ее четкую подготовку и организацию как со стороны учителя, так и со стороны учащихся. В этой связи важным организационным моментом является распределение ролей. Учитель может также взять на себя определенную роль, чтобы «изнутри» и незаметно для учащихся, без прямолинейного указания руководить ходом игры. Следует привлекать к РИ как можно больше учеников, не игнорируя слабо подготовленных, давая им на первых порах посильные немногословные роли.

Перед проведением РИ следует продумать: 1) тему игры; 2) лексико-грамматический материал, активизируемый в процессе игры; 3) задания и условия игры, распределение ролей согласно индивидуальным особенностям учащихся; 4) реквизит – предметы, необходимые для проведения игры; 5) продолжительность игры; 6) комментарий (дополнительные рекомендации для проведения конкретной игры).

При подготовке РИ можно использовать следующий алгоритм действий учителя и учащихся:

1. Подготовительный этап.

1. Определение коммуникативной ситуации, в рамках которой будет проходить РИ.

2. Установление объема и характера лексических единиц и грамматических явлений, которые будут активизированы в ходе РИ.

3. Выбор типа и вида игры, соответствующего данной коммуникативной ситуации. Например:

а) РИ этикетного содержания («В гостях»; «В библиотеке», «В кафе» и др.);

б) сюжетная РИ сказочного содержания («Репка», «Теремок»; «Красная Шапочка» и др.);

в) сюжетная РИ бытового содержания («Визит к врачу»; «В магазине», «В бюро путешествий и экскурсий» и др.);

г) имитационная РИ познавательного содержания («Заседание клуба книголюбов», «Поле чудес», «Экскурсия по Британскому музею» и др.);

д) деловая игра («Проект города будущего»; «Научно-техническая ярмарка» и др.).

4. Распределение ролей с учетом социально-психологических характеристик учащихся (статус в классе, интересы, характер межличностных отношений) и их уровня языковой подготовки.

5. Подбор дополнительных текстов и справочных материалов по теме игры для их прочтения/изучения учащимися дома.

6. Подготовка реквизита и раздаточного материала для РИ, который обычно включает: а) визитные карточки, каталоги, фотографии, планы городов и т.д.; б) ролевые карточки, содержащие описание ролевой ситуации для каждого персонажа, при необходимости – конкретный языковой и речевой материал или примерную схему речевого поведения.

Существует множество упражнений для подготовки к РИ. В зависимости от опыта учащихся учитель может предложить им такие, например, задания, как: 1) упражнения пантомимического характера для неуверенных в себе учеников, чтобы они могли почувствовать себя свободнее в кругу одноклассников (например, покажите, как вы пытаетесь поднять тяжелый чемодан или как вы дрожите от холода, промокнув под дождем);

2) задания в форме шарад с использованием мимики и пантомимы; 3) разыгрывание проблемных ситуаций с определенной коммуникативной задачей (например, твой друг пригласил тебя поиграть в футбол, но мама говорит, что ты должен остаться дома, чтобы помочь ей. Ты не хочешь обидеть друга. Мама стоит рядом).

II. Игровой этап.

1. Вступительная беседа учителя, в которой он поясняет или уточняет цель и задачи ролевой игры.

2. Изучение учащимися ролевых заданий.

3. Разыгрывание ролевой ситуации с учетом различных форм взаимодействия (общение в парах, малых группах или коллективное взаимодействие).

4. Регулирование учителем хода игры.

III. Послеигровой этап.

1. Подведение итогов ролевой игры и ее оценка.

2. Анализ типичных языковых ошибок.

Специфика нестандартного урока вносит ряд изменений, связанных с их проведением: 1) если на традиционном уроке учитель сообщает учащимся, какую работу они должны выполнить, чтобы достичь цели, то на нестандартном уроке планирование способов достижения намеченной цели осуществляется учащимися (учитель помогает, советует); 2) если на традиционном уроке под руководством учителя учащиеся выполняют ряд практических задач (чаще применяется фронтальный метод организации деятельности), то на нестандартном уроке учащиеся работают по собственному намеченному плану, общаясь в парах, триадах или в группе (учитель консультирует); 3) если на традиционном уроке учитель осуществляет контроль за выполнением работы, то на нестандартном уроке применяется самоконтроль и взаимоконтроль со стороны учащихся, они формулируют затруднения и осуществляют коррекцию самостоятельно (учитель консультирует, советует, помогает); 4) если на традиционном уроке учитель единолично оценивает работу учащихся, то на нестандартном уроке учащиеся дают оценку деятельности по ее результатам, проводится рефлексия.

Заключение. Следовательно, нестандартный урок иностранного языка эффективно реализует технологию коммуникативного обучения, так как он характеризуется формами и видами работы, обеспечивающими на практике такие критерии коммуникативной деятельности, как мотивированность, личностный смысл, включение в общение, активность, осмысленность, проблемность, прагматика речи, ее выразительность, эмоциональность, содержательность.

Изучение разных видов нестандартных уроков позволило выделить их четыре основных типа в зависимости от поставленных целей: урок открытия новых знаний (экскурсия, урок-путешествие, урок-конференция, инсценировка и др.); урок-рефлексия (ролевая игра, деловая игра и др.); урок систематизации знаний (викторина, дискуссия, диспут, дебаты и др.); урок развивающего контроля (творческий отчет, защита проектов, конкурсы и др.).

Для решения коммуникативных задач при проведении нестандартного урока учителю иностранного языка необходимо обладать следующими умениями: 1) вызывать и формировать у учащихся потребность общаться на иностранном языке в устной и письменной форме самостоятельно; 2) создавать и использовать учебно-речевые ситуации с целью стимулирования речевой деятельности учащихся и управления ею; 3) побуждать учащихся к мотивированной речевой деятельности, ставя перед ними коммуникативные задачи, требующие определенного решения; 4) перестраивать свое речевое воздействие в зависимости от конкретных условий обучения; 5) грамотно применять средства наглядности и ТСО.

Вместе с тем следует учесть необходимость рационального сочетания традиционных и нестандартных форм уроков, а также принимать во внимание методическую специфику нестандартного урока, поскольку не всякий эффективный урок может быть эффективным.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бордовская, М.В. Педагогика / М.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2000. – 304 с.
2. Методика преподавания иностранного языка: учеб. пособие // Т.П. Леонтьева [и др.]; под общ. ред. Т.П. Леонтьевой. – 2-е изд. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 239 с.
3. Соколова, Л.А. Рефлексивный компонент деятельности как необходимое условие развития учителя и учащихся / Л.А. Соколова // Иностранные языки в школе. – 2005. – № 1. – С. 19–26.
4. Бабинская, П.К. Практический курс методики преподавания иностранных языков / П.К. Бабинская, Т.П. Леонтьева, И.М. Андреасян. – Минск: ТетраСистемс, 2005. – 228 с.

REFERENCES

1. Bordovskaya M.V., Rean A.A. *Pedagogika* [Science of Education], SPb., Peter, 2000, 304 p.
2. Leontyeva T.P. *Metodika prepodavaniya inostrannogo yazyka: ucheb. posobiye* [Methods Foreign Language Teaching: Textbook], Minsk, Vysheyschaya shkola, 2016, 239 p.
3. Sokolova L.A. *Inostrannyye yazyki v shkole* [Foreign Languages at School], 2005, 1, pp. 19–26.
4. Babynskaya P.K., Leontyeva T.P., Andreyan I.M. *Prakticheskiy kurs metodiki prepodavaniya inostrannykh yazykov* [Practical Course of Foreign Language Teaching], Minsk, TetraSystems, 2005, 228 p.

Поступила в редакцию 26.01.2017

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

Практические вопросы создания учебного пособия по английскому языку для специальных целей (на примере пособия для студентов оптических специальностей)

В.О. Кулешова, С.Е. Калабина

Санкт-Петербургский государственный университет
информационных технологий механики и оптики (Россия)

Современные тенденции диктуют необходимость создания новых учебных материалов для обучения английскому языку для специальных целей.

Цель статьи – разработать критерии по написанию пособия по английскому языку для специальных целей на основе анализа существующих пособий.

Материал и методы. Исследование проводилось на основе анализа методических пособий, используемых для обучения студентов оптических специальностей Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий механики и оптики. При этом применялись методы теоретического анализа, изучения материалов по данной проблематике и сравнения.

Результаты и их обсуждение. В статье описывается разработка учебного пособия по английскому языку для специальных целей на основе аутентичных материалов с использованием упражнений коммуникативного типа. Приводятся принципы отбора материала, конкретные примеры упражнений и заданий для обучения студентов оптических специальностей английскому языку в сфере профессиональной деятельности.

Заключение. Таким образом, создание учебного пособия, направленного на развитие коммуникативной компетенции у студентов оптических специальностей на английском языке на основе аутентичных материалов, способствует достижению специальных целей в ходе образовательного процесса.

Ключевые слова: учебное пособие, коммуникативная компетенция, английский язык для специальных целей, аутентичные материалы.

Practical Issues of English for Special Purposes Textbook Development: Case of Optics Student Textbook

V.O. Kuleshova, S.E. Kalabina

St. Petersburg National University of Information Technologies in Mechanics and Optics (Russia)

Modern trends dictate the necessity to create new teaching materials for teaching English for special purposes.

The purpose of the article is to develop criteria for writing an English textbook for special purposes, based on an analysis of existing materials.

Material and methods. The conducted study was based on the analysis of textbooks used to teach Optics students of the St. Petersburg State University of Information Technologies in Mechanics and Optics. During the research theoretical analysis, study of materials on the subject and comparison methods were used.

Findings and their discussion. The article describes the development of an English textbook for special purposes using authentic materials and communicative exercises. Principles of material selection, concrete examples of exercises for teaching Optics students how to use English in their professional field are given.

The conclusion. The article is concerned with the creation of English for special purposes textbook based on authentic materials and aimed at the development of communicative competences.

Key words: textbook, communicative competence, English for special purposes, authentic materials.

Интеграция России в международное образовательное и научное сообщество повлекла за собой необходимость разработки новых образовательных стандартов, согласно которым выпускник должен «владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного» [1]. Подобные требования

обусловили создание системы обучения студентов технических специальностей языку для специальных целей (далее ESP). Это понятие используется для обозначения разновидности языка, которая обеспечивает адекватное и эффективное общение специалистов в определенной научной и профессиональной сфере [2].

ESP возник в результате исторической необходимости, связанной с разделением труда и появлением специалистов в разных областях науки и техники, которые применяли специальные понятия, известные только им. Во второй половине XX в. развитие ESP получило новый виток в связи с глобальной англоизацией межкультурного общения [3]. Международные конференции и семинары, обмены, развитие транснациональных исследовательских проектов, увеличение числа научных журналов, публикуемых на английском языке, – все это привело к необходимости изучения ESP.

На базе Университета ИТМО обучается множество технических специалистов, однако одной из самых многочисленных и популярных специальностей является «Фотоника и оптоинформатика». Обучение по выделенной специальности подразумевает высокую интернациональную научную активность: участие в международных конференциях и семинарах, изучение научных статей в этой динамично развивающейся области, создание международных коллабораций и т.д. Все вышесказанное привело к необходимости создания специализированного методического пособия для этой конкретной специальности.

Цель статьи – разработать критерии по написанию пособия по английскому языку для специальных целей на основе анализа существующих пособий.

Материал и методы. В качестве материала в данной работе были исследованы методические пособия, используемые для обучения студентов оптических специальностей Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий механики и оптики. В задачу входил анализ текстов на актуальность, упражнений на соответствие коммуникативной методике, проверялось наличие дополнительных материалов. При этом применялись методы теоретического анализа, изучения материалов по данной проблематике и сравнения.

Результаты и их обсуждение. Анализ существующих пособий по данной тематике [4–6] показал, что существует несколько проблем.

Во-первых, проблема подбора материала. Материал устарел, он не является научным, а скорее научно-популярным, материал базовый и покрывает только школьный курс физики, что недостаточно для понимания современной проблематики в данной области. Подобный материал не обладает достаточной мотивационной способностью.

Во-вторых, упражнения на коммуникацию либо отсутствуют, либо не связаны с научной сферой и с общением внутри нее. Вопрос необходимых для пособия ESP упражнений будет рассмотрен ниже.

В-третьих, отсутствие дополнительных материалов, таких как символы, формулы, греческий алфавит, клише для написания научных текстов, шаблоны презентаций и т.д.

Таким образом, проанализировав и сравнив существующие пособия, можно сделать вывод, что для создания качественного, информативного и полезного учебного пособия следует подобрать современные аутентичные материалы по специальности, смоделировать ситуации международного научного общения и снабдить студента достаточным количеством дополнительного материала.

В качестве базовых текстов допустимо использовать аутентичные учебные пособия для специалистов и инженеров по физике, оптике и прикладным специальностям, связанным с оптикой. Их преимуществом является последовательное изложение материала, применение общепринятых терминов и отсутствие жаргонизмов и опечаток. С точки зрения грамматики, тексты в таких учебниках обычно не содержат сложных грамматических структур, что упрощает их понимание и позволяет сделать больший акцент на лексику [7]. Кроме того, в подобных учебниках обычно есть вопросы и качественные задачи (задачи, не подразумевающие численные решения, а только обсуждение и логические выводы), которые можно использовать в коммуникативных заданиях.

Для занятий со студентами с более высоким уровнем знания языка источником текстов могут служить научные журналы по данным тематикам. Их преимуществом служат новизна и актуальность материала. В дальнейшей исследовательской работе студентам в большей степени придется сталкиваться именно со статьями их научных журналов. К сожалению, даже в статьях уважаемых изданий могут встречаться ошибки и опечатки, также нередко использование жаргонизмов и разговорных выражений. В журналах публикуется много статей, написанных носителями языка, поэтому возможно не совсем точное использование грамматических структур. Таким образом, к подбору статей в качестве учебного материала нужно относиться тщательно: не будет ли статья слишком сложной или наоборот слишком простой для понимания, не устарел ли материал; насколько правильно применяются грамматические структуры, являются ли термины, используемые в статье, устоявшимися и общепринятыми.

С еще большей осторожностью следует относиться к научно-популярным изданиям и публикациям в интернете. Их лучше использовать в качестве тем для обсуждений, а не в качестве учебного материала с точки зрения применения лексических и грамматических структур. Поэтому подбор такого рода статей можно

предложить сделать самим студентам и вынести на обсуждение, т.е. это могут быть злободневные материалы, которые интересны студентам.

Вот пример подбора качественной литературы для студентов оптических специальностей [8]:

1. Benjamin Crowell, *Simple Nature An Introduction to Physics for Engineering and Physical Science Students, Light and Matter*, 2008.
2. Charles H. Holbrow, James N. Lloyd, Joseph C. Amato, Enrique Galvez, M. Elizabeth Parks, *Modern Introductory Physics*, second edition, Springer, 2010.
3. Randall D. Knight, *PHYSICS for scientists and engineers A STRATEGIC APPROACH*, second edition, Pearson, 2008.
4. Daniel Malacara, Zacarias Malacara, *Handbook of Optical Design*, Marcel Dekker, 2004.
5. Warren J. Smith, *Modern Optical Engineering, The Design of Optical Systems*, third Edition, SPIE Press, 2000.

Что касается разработки упражнений для учебника ESP, здесь необходимо делать упор на лексические и коммуникативные упражнения, это объясняется тем, что одним из важнейших навыков, который студент должен вынести с занятий, – это свободное использование терминов в ситуациях научного общения.

Таким образом, рекомендуется начать с обсуждения несложных (возможно, связанных с реальной жизнью) вопросов по теме занятия и пересекающихся с темой статьи, которая взята за основу. Рассмотрим на примере занятия, посвященного теме волновой природы света [8].

1. *A. in pairs, think about two or three products based on waves work and discuss the following questions.*

- *What types of waves do they produce?*
- *How do they work?*

Подобное упражнение позволит выявить знания лексики по данной теме, даст возможность настроиться на занятие в более свободной форме общения с коллегами и подготовит студентов к дальнейшей более серьезной работе над статьей.

Далее, внимательно разобрав со студентами статью, необходимо указать на новые термины и другие лексические единицы, характерные для научных статей.

Следующий этап – это упражнения на запоминания новой лексики. Хорошими примерами подобных упражнений являются: *match the terms to their definitions; in pairs, practice explaining the terms in Exercise...; complete the following extract using the words in the box. You will need to use some words more than once.*

После запоминания следует этап отработки изученной лексики. На данном этапе надо смоделировать возможные ситуации, характерные для общения в научной и образовательной среде. Это могут быть диалоги или подготовка небольшой речи по теме занятия. Например [8]:

Dialogue Work

Make up a dialogue of your own for one of the following situations (in pairs).

Situations:

1. *A. and B. are two group mates. They talk about the new seminar «Interference and Diffraction». A. likes the seminar. B. does not agree.*
2. *A. meets his/her colleague B. at a library. B. is preparing for his/her speech at a conference. A. helps B. with new arguments. B. agrees.*
3. *A. is a postgraduate making a research «Interference and Diffraction». B. is a bachelor student. B. does not agree with A's arguments.*
4. *A. Is a student who doesn't understand the structure of an eye. B. Is a teacher. A. Begins by asking for help.*
5. *A. Meets his/her colleague B. at a library. B. Is preparing for his/her speech at BAKAMA's vision conference. They discuss the structure of the speech and conference's agenda.*
6. *A. Is a student making a presentation «vision». B. Is a teacher asking him questions.*

Using New Vocabulary

You are going to give a talk on the models of light. In part of the talk, you focus on these pictures. Prepare you talk using the text and the pictures. Try to answer the question: what models do pictures illustrate? In small groups, take turns to give a talk.

Questions for free conversation and discussion.

- 1) *What parameters do we use to characterize waves?*
- 2) *What do you know about refractive index?*
- 3) *Explain the picture.*
- 4) *Speak on the difference and similarity of sound and light waves.*
- 5) *Speak on the optical properties of medium.*
- 6) *What can you tell about the electromagnetic spectrum?*

Такие типы упражнений помогут смоделировать у студентов необходимые навыки общения, дадут им возможность не только пассивно воспринимать информацию, а также вступать в активное обсуждение, научат грамотно аргументировать свое мнение.

Данные типы упражнений обязательно должны сопровождаться разбором речевых клише, характерных для различных ситуаций. Например, как правильно выразить согласие или несогласие с точкой зрения собеседника, как грамотно переспросить собеседника или как получить дополнительную информацию, как выразить заинтересованность и т.д.

Если говорить об общих рекомендациях по разработке упражнений для пособия по ESP, необходимо следовать логике занятия, т.е. начать с общей, уже известной, студентам лексики, с помощью статьи ввести новую лексику и термины, далее включить упражнения на запоминание новой лексики и только потом добавить упражнения на использование новой лексики. Подобная структура пособия, от простого к сложному, поможет студентам достичь разговорного уровня владения языком.

Поскольку результатом исследовательской работы обычно является представление ее на научной конференции, логично обучать студентов навыкам презентации в рамках курса ESP [9]. В пособии следует уделить внимание структуре самой презентации и навыкам ее проведения, а также предложить речевые клише, применяемые в презентациях.

Особенностью использования пособий является необходимость самостоятельной работы студентов по подготовке к занятиям [10]. Поскольку тексты могут оказаться большими для проработки в течение занятия, часть работы с текстом может оставаться студентам в качестве домашнего задания, для того чтобы на занятии можно было больше времени уделить коммуникативным заданиям.

Заключение. Таким образом, создание учебного пособия, направленного на развитие коммуникативной компетенции у студентов оптических специальностей на английском языке на основе аутентичных материалов, способствует достижению специальных целей в ходе образовательного процесса. При этом учитываются подбор материала, система профессионально ориентированных упражнений и необходимые дополнительные источники. Пособия такого типа могут быть дополнены преподавателями в соответствии с текущими целями работы в аудитории. Высокие темпы развития научных коллабораций и растущие потребности в международной научной коммуникации, в том числе в сфере оптических технологий, неизбежно требуют дальнейших исследований в области разработки пособий по английскому языку для специальных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Мин-ва образования и науки России «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика (уровень бакалавриата)» от 03 сент. 2015 г. № 39200 // Российская газета. – 2015 г.
2. Swales, J.M. Research Genres. Explorations and Applications // J.M. Swales. – Cambridge: Cambridge University Press, 2004. – P. 54.
3. Holbrow, Ch.H. Modern Introductory Physics // Ch.H. Holbrow, J.N. Lloyd, C. Amato Joseph. – Springer: second edition, 2010.
4. Маркушевская, Л.П. Studying Optics (Изучая оптику...) // Л.П. Маркушевская, С.В. Шенцова. – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2014.
5. Волошина, Т.В. English for Optics Students (Английский для студентов, изучающих оптику) // Т.В. Волошина, А.Ю. Алябьева. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.
6. Кузнецова, Т.И. Английский язык для студентов, изучающих оптику (English for students of optics). – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.
7. Гусевская, Н.Ю. Проблема и опыт создания учебного пособия по английскому языку / Н.Ю. Гусевская // Гуманитарный вектор. – 2011. – № 1(25). – С. 29–32.
8. Калабина, С.Е. Magic world of optics / С.Е. Калабина, В.О. Кулешова. – СПб.: Университет ИТМО, 2016.
9. De Keyser, R.M. Practice in Second Language: Perspectives from Applied Linguistics and Cognitive Psychology / R.M. De Keyser. – New York: Cambridge University Press, 2007. – 304 p.
10. Gablasova, D. Learning technical words through L1 and L2: Completeness and accuracy of word meanings / D. Gablasova // English for Specific Purposes. – 2015. – Vol. 39. – P. 62–74.

REFERENCES

1. *Prikaz Minobrnauki Rossii «Ob utverzhdenii federalnogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 12.03.03. Fotonika i optoinformatika (uroven bakalavriata)» ot 03 sent. 2015 g. № 39200* [On the Approval of the Federal State Educational Standard of Higher Education in the Training Field of 12.03.03 Photonics and Optoinformatics (Bachelor Level)], Rossiiskaya Gazeta, 2015 g.
2. Swales J.M. Research Genres. Explorations and Applications. – Cambridge: Cambridge University Press, 2004. – P. 54.
3. Holbrow Ch.H., Lloyd J.N., Amato Joseph C. Modern Introductory Physics, second edition, Springer, 2010.
4. Markushevskaya L.P., Shentsova S.V. Studying Optics, SPb., SPb GU ITMO, 2014.
5. Voloshina T.V., Aliabyeva A.U. English for Optics Students, Novosibirsk, NGTU, 2016.
6. Kuznetsova T.I. English for Students of Optics, Moskva, MG TU im. N.E. Bauman, 2015.
7. Gusevskaya N.U. *Problema i opyt sozdaniya uchebnogo posobiya po angliiskomu yazyku: Gumanitarnyi vektor* [The problem and Experience of Creating an English Textbook: Humanitarian Vector], 2011, 1(25), pp. 29–32.
8. Kalabina S.E., Kuleshova V.O. Magic World of Optics, SPb., Universitet ITMO, 2016.
9. De Keyser R.M. Practice in Second Language: Perspectives from Applied Linguistics and Cognitive Psychology, New York: Cambridge University Press, 2007. – 304 p.
10. Gablasova D. Learning technical words through L1 and L2: Completeness and accuracy of word meanings English for Specific Purposes Vol. 39, July 2015, pp. 62–74.

Поступила в редакцию 19.07.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: Valkyl@rambler.ru – Кулешова В.О.

Использование среды программирования Scratch как инструмента для формирования у современных детей интереса к профессиям в сфере информационных технологий и развития у них навыков XXI века

А.В. Загурский

Отдел образования, спорта и туризма Оршанского райисполкома

Благодаря стремительному развитию информационных технологий постоянно повышаются квалификационные требования к профессиональным компетенциям специалистов, работающих в данной отрасли. В качестве инструмента, позволяющего это делать сегодня, разумно использовать среду программирования Scratch.

Цель статьи – обоснование целесообразности изучения среды программирования Scratch в учреждениях образования.

Материал и методы. *Образовательный проект реализуется на базе 15 учреждений общего среднего образования Республики Беларусь для учащихся 2–6 классов, а также на базе учреждения дополнительного образования «Оршанский районный центр технического творчества детей и молодежи» (детская «IT-академия «КомпАС»). В качестве педагогов работают учителя информатики и учителя начальных классов. Были проведены мониторинг результатов работы учащихся и педагогов в рамках реализации проекта, оценка результатов проведенных мероприятий, психологические диагностики и их анализ.*

Результаты и их обсуждение. *В статье обоснован выбор среды программирования Scratch, описана модель внедрения организации внеурочной проектной деятельности с использованием данной среды. Описаны результаты проведенных в рамках реализации инновационного проекта мероприятий, подведены промежуточные итоги. Выявлена положительная динамика в развитии мыслительных операций учащихся, формировании навыков коммуникации и интереса к получению в будущем профессий, связанных с информационными технологиями и другими техническими специальностями.*

Заключение. *Реализация данного инновационного проекта должна способствовать развитию алгоритмического и логического мышления, повышению качества образования, а также содействовать формированию у учащихся профориентационной направленности к получению в будущем профессий, связанных с информационными технологиями.*

Ключевые слова: *информационные технологии, программирование в среде Scratch, учащиеся.*

Application of Scratch Programming Environment as a Tool for Shaping Children's Interest in Information Technology Jobs and Developing the XXI Century Skills

A.V. Zagurski

Education, Sport and Tourism Department of Orsha District Executive Committee

Because of the rapid development of Information Technologies, qualification requirements for professional competences of specialists working in this sphere are constantly increasing. Scratch development environment is appropriate to be used as a tool that makes it possible.

The aim of the article is to substantiate the appropriateness of studying Scratch development environment in educational establishments.

Material and methods. *The educational project is implemented in 15 general secondary education establishments of the Republic of Belarus for second to sixth year pupils, as well as in a supplementary education institution «Orsha District Center of Technical Creativity for Children and Young People» (children's IT-Academy «CompAs»). The educational process supervised by*

Computer Science teachers and primary school teachers who received special training. The following was done: monitoring of teachers' and students' performance within the process of the project implementation, assessment of activities results, conducting psychological diagnostics and their analysis.

Findings and their discussion. *The choice of Scratch programming environment was substantiated and the organizational pattern of extra-curricular project activities focusing on the use of this development environment was described in the article. Findings of the activities conducted within the framework of the innovative project as well as preliminary results were summed up. A positive trend regarding pupils' thinking, developing communication skills and interest in getting jobs connected with Information Technologies was revealed.*

Conclusion. *Implementation of this innovative project is to contribute to the development of algorithmic and logical thinking, improving the quality of education as well as to pupils' future professional identification in the sphere of Information Technologies.*

Key words: *Information Technologies, programming in Scratch development environment, pupils.*

В настоящее время во всем мире, и в Беларуси в том числе, существенно повысились квалификационные требования к профессиональным компетенциям специалиста в области информационных технологий. При этом существующий на рынке труда кадровый дефицит высококвалифицированных IT-специалистов становится основным фактором, сдерживающим дальнейшее ускоренное развитие данной отрасли.

Фундамент будущей карьеры успешного специалиста в области информационных технологий закладывается с детства. Если человеку правильно заложить базу в раннем возрасте, в будущем освоение «взрослых» языков программирования и решение сложных задач не составит особого труда.

При организации образовательного процесса в учреждениях общего среднего образования в качестве среды, в которой наиболее естественным образом раскрывается личностный потенциал учащегося, осуществляется развитие его интеллектуальных, познавательных и творческих способностей, личностных, познавательных, коммуникативных умений, способов мыслительной деятельности, формируется целостная картина мира и системного мышления на основе межпредметных связей, может рассматриваться проектная деятельность учащихся.

Ученые-психологи утверждают, что возраст младшего школьника приходится на сензитивный период, когда он способен сознательно осуществлять частично-поисковую деятельность. Это хорошо сочетается с использованием метода проектов, который особенно эффективен при внеурочной форме обучения и способствует усвоению знаний путем разрешения проблемных ситуаций.

Возрастные особенности младшего школьника не позволяют в полной мере реализовать проведение полноценных научных исследований. В то же время раннее включение в организованную специальным образом проектную деятельность творческого характера позволяет сформировать у школьника познавательный интерес и исследовательские навыки, которые в старшем возрасте пригодятся им для выполнения научно-познавательных проектов.

По мнению Алана Кея, американского ученого в области теории вычислительных систем, одного из пионеров в областях объектно-ориентированного программирования и графического интерфейса, который интересуется не только наукой, но и внимательно следит за обучением детей, нужно как можно раньше дать ребенку мощный «инструмент для думания». Основное назначение этого инструмента – познание нового и создание связей между известным, развитие не только аналитического, но и синтетического мышления.

В качестве такого инструмента целесообразно использовать среду программирования Scratch, созданную под руководством профессора Митчелла Резника в исследовательской группе под названием Lifelong Kindergarten research group, которая существует при Массачусетском технологическом институте.

В последние годы язык программирования Scratch пользуется большой популярностью: он располагается на 24 месте среди всех самых популярных языков программирования, включая такие, как C, Java, C++, C#, PHP, Pascal и другие. Это можно объяснить огромной потребностью и педагогического сообщества в целом, и самих детей в средстве для «думания», исследования и самовыражения.

Язык программирования Scratch разрабатывался как новая учебная среда для обучения школьников программированию и позиционировался авторами как альтернатива культуре PhotoShop. В нем можно легко создавать фильмы, игры, анимированные открытки и презентации, придумывать и реализовывать различные объекты, определять, как они выглядят в разных условиях, перемещать по экрану, устанавливать способы взаимодействия между объектами. Дети могут сочинять истории, рисовать и оживлять на экране придуманных ими персонажей, учиться работать с графикой и звуком.

Особенность данной среды в том, что она может использоваться как единый инструмент для самых различных возрастов и типов мышления. Практически с того момента, как ребенок научился читать (и даже раньше: просто в этом случае блоки языка рассматриваются как своеобразные иероглифы) и до 14–16 лет [1].

Scratch – это не просто язык программирования, а еще и интерактивная среда, построенная на интуитивно понятных ребенку принципах, где результаты действий визуализированы, что делает работу с программой понятной, интересной и увлекательной для школьников. В Scratch реализованы основные алгоритмические

структуры: следование, ветвление, циклы, что позволяет учащимся создавать довольно сложные программные продукты, включая компьютерные игры.

Удобно и то, что в Scratch имеется русскоязычная версия и возможность задавать команды по-русски. Кроме того, Scratch является абсолютно бесплатным и не имеет специальных системных требований при установке на компьютер.

Работая в среде Scratch, ребенок знакомится не только с языком программирования, но и с текстовым и графическим редакторами, элементами пользовательского интерфейса, новыми математическими понятиями, элементами проектной деятельности (проходит все этапы, начиная от идеи проекта до этапа ее тестирования и отладки), приобретает навыки XXI века: щедро делиться своими идеями и наработками, творчески мыслить и общаться, системно анализировать, эффективно взаимодействовать с другими.

Среда программирования Scratch предоставляет прекрасные возможности для развития логического мышления детей через игру. Учителя информатики называют Scratch «разогревающим» языком и рассматривают его как пропедевтику в изучении более сложных языков программирования.

Педагогический потенциал среды программирования Scratch позволяет рассматривать ее как перспективный инструмент (способ) организации междисциплинарной внеучебной проектной научно-познавательной деятельности школьника, направленной на его личностное и творческое развитие. Особенности Scratch оказывают влияние на развитие следующих личностных качеств ученика [2]: ответственность и адаптивность; коммуникативные умения; творчество и любознательность; критическое и системное мышление; умения работать с информацией и медиа средствами; межличностное взаимодействие и сотрудничество; умения ставить и решать проблемы; направленность на саморазвитие; социальная ответственность.

Современные дети с раннего детства «дружат» с компьютером. Но те психологические особенности, которые свойственны этому возрасту, помогают сделать большой шаг в развитии логико-алгоритмического и алгоритмического мышления у учащихся начальных классов. Обучение их работе в среде Scratch позволит значительно расширить их возможности по дальнейшему освоению сложной учебной информации, что в свою очередь будет способствовать увеличению контингента выпускников средней школы, который сможет осваивать специальности, связанные с разработкой и использованием IT-технологий.

Цель статьи – обоснование целесообразности изучения среды программирования Scratch в учреждениях образования, описание внедрения модели организации внеурочной проектной деятельности с использованием данной среды для формирования у современных детей интереса к профессиям в сфере информационных технологий и развития у них навыков XXI века.

Материал и методы. С начала 2016 года государственным учреждением «Администрация Парка высоких технологий» реализуется образовательный проект «Программирование в среде Scratch», который согласован и одобрен руководством Министерства образования Республики Беларусь.

В рамках реализации данного проекта прошел ряд мероприятий, в которых активное участие приняли учреждения образования Оршанского района.

С 2016/2017 учебного года на базе 15 учреждений образования (в том числе 8 учреждений образования г. Орши, а также 5 учреждений образования Гродненской области и по одному из г. Витебска и г. Новополоцка) организована работа по реализации республиканского инновационного проекта «Внедрение модели организации внеурочной проектной деятельности учащихся на I и II ступени общего среднего образования с использованием среды программирования Scratch».

В качестве модели организации внеурочной деятельности выбрана модель дополнительного образования, которая опирается на преимущественное использование потенциала внутришкольного дополнительного образования.

Связующим звеном между внеурочной проектной деятельностью и дополнительным образованием детей в рамках данного инновационного проекта являются факультативные занятия по следующим учебным программам:

«Творческая деятельность в среде программирования Scratch» (2–4 классы);

«Создание компьютерных игр на языке визуального программирования Scratch» (5–6 классы).

Результаты и их обсуждение. Модель организации внеурочной проектной деятельности в рамках настоящего проекта состоит из нескольких составляющих.

Организационно-управленческая деятельность (регламентирует инновационную деятельность инициаторов и участников проекта на всех этапах его реализации):

- разработка локальных нормативных документов;
- разработка системы педагогического взаимодействия между участниками инновационного проекта;
- организация работы творческой группы инноваторов как координирующего центра.

Психолого-педагогическая деятельность:

- проведение диагностической работы с субъектами инновационной деятельности (диагностика по критериям и показателям эффективности инновационной деятельности);
- организация коммуникативного взаимодействия субъектов образовательного процесса, позволяющего корректировать инновационную деятельность.

Аналитическая деятельность (обеспечивает мониторинг педагогического процесса):

- проблемно-ориентированный анализ инновационной деятельности коллектива;
- системный анализ работы каждого педагога;
- обработка информации, выявление и определение динамики по заявленным в проекте критериям и показателям.

Научно-методическая деятельность (определение теоретико-методологической базы разработки и содержания инновационной деятельности):

- повышение квалификации участников инновационного проекта;
- создание профессионального сетевого сообщества;
- формирование информационно-методической базы;
- разработка методического обеспечения учебного процесса;
- выявление, обобщение и распространение инновационного опыта (создание банка данных методических материалов и рекомендаций, размещение публикаций на страницах блогов, сайтов);
- информирование о ходе осуществления инновационной деятельности.

Проектная деятельность (формирование у школьников познавательного интереса и исследовательских навыков, которые в старшем возрасте пригодятся им для выполнения научно-познавательных проектов):

- использование среды программирования Scratch в качестве системообразующего элемента;
- выполнение творческих проектов междисциплинарного характера;
- активное вовлечение родителей в процесс обучения (через участие в проектной деятельности).

В 2016 года состоялось открытие детской «IT-академии «КомпАС»» на базе государственного учреждения дополнительного образования «Оршанский районный центр технического творчества детей и молодежи», которая стала центром по изучению программирования в среде Scratch.

Учитывая масштабы Оршанского района (сегодня это более 3 тыс. педагогов и 14,5 тыс. учащихся), наличие в городе педагогов с опытом работы в среде Scratch, а также хорошую транспортную доступность г. Орши для других областей, при поддержке Парка высоких технологий на базе «IT-академии «КомпАС»» было организовано обучение педагогов учреждений образования, которые задействованы в реализации данного проекта, основам программирования в среде Scratch и проведен ряд семинаров и тренингов, в ходе которых педагоги-инноваторы имели возможность поделиться своими наработками по реализации проекта, совместно выработать основные подходы к организации занятий и обсудить решение возникающих в ходе данной работы проблем, получить ответы на вопросы от квалифицированных специалистов Образовательного центра Парка высоких технологий.

В декабре 2016 года по инициативе Парка высоких технологий для педагогов-инноваторов, участвующих в реализации проекта, был организован открытый конкурс «Scratch-мастер». Целями конкурса были показ передовых форм и методов организации учебного процесса, анализ дидактической эффективности использования средств обучения, обобщение лучших приемов организации учебного процесса в рамках факультативных занятий по одной из учебных программ, реализуемых в рамках данного проекта. На суд компетентного жюри в формате публичной защиты в 5 номинациях представили свои методические разработки факультативных занятий 45 педагогов-инноваторов. Победители конкурса были награждены дипломами и ценными подарками от спонсоров, которыми стали компании-резиденты ПВТ.

Для участников проекта разработчиками инновации на платформе Google создан сайт, позволяющий осуществлять обучение, организовать обмен идеями, мнениями, обеспечить сетевое взаимодействие участников инновации.

Созданное сетевое сообщество активно используется педагогами, участниками инновационного проекта, тренерами по обучению педагогов проведению факультативных занятий по одной из учебных программ; педагогами, имеющими опыт программирования в среде Scratch и планирующими проведение факультативных занятий в следующем учебном году.

С помощью Google Форм осуществляется оформление дневников участников инновации, что позволяет оперативно представлять отчетные материалы координаторам проекта, систематизировать и хранить накопленную информацию, а навыки использования приложений Google способствуют повышению эффективности сопровождения инновационной деятельности, обеспечивают методическую поддержку проекта и организацию профессионального сетевого общения и повышения квалификации.

О том, что данный проект интересен детям и позволяет формировать у них навыки программирования, свидетельствует факт, что в республиканском конкурсе «Программирование в среде Scratch», который уже второй год проводился 8–9 апреля 2017 года в г. Орше, приняли участие 482 учащихся от 7 до 14 лет, причем практически все учреждения, задействованные в проекте, подготовили участников конкурса. В финале конкурса были представлены интересные работы достаточно высокого уровня, даже те, которые защищали самые маленькие участники 7–8 лет (это практически половина из 32 финалистов). То, как дети презентовали свои работы и отвечали на вопросы компетентного жюри, доказало, что школьники легко усваивают основы программирования в данной среде и освоение программ, по которым проводятся факультативные занятия, вполне им по силам.

В мае 2017 года учреждениями образования, задействованными в реализации республиканского инновационного проекта «Внедрение модели организации внеурочной проектной деятельности учащихся на I и II ступенях общего среднего образования с использованием среды программирования Scratch», были сданы промежуточные отчеты за первый год деятельности, анализ которых позволяет судить о том, насколько эффективна проводимая работа.

Сравнительный анализ результатов психологических диагностик показывает положительную динамику в развитии мыслительных операций учащихся, отмечается положительная динамика в формировании навыков коммуникации, повышается мотивация учащихся к участию в олимпиадах и конкурсах, формируется интерес к получению в будущем профессий, связанных с информационными технологиями и другими техническими специальностями.

Кроме того в ходе реализации проекта повышается профессиональная компетентность педагогов, организовано конструктивное общение с другими участниками инновационной деятельности в сетевом сообществе преподавателей Scratch, что позволяет совершенствовать подходы к организации факультативного обучения через внедрение новых педагогических практик.

За учебный год учителями, работающими в инновации, сдано по 36 дидактических сценариев занятий, которые они опробовали с учащимися 2–6 классов. Данные сценарии будут проанализированы, отобраны лучшие и планируется издание сборников с разработками занятий и методическими рекомендациями по организации факультативных занятий по программированию в среде Scratch.

Работа педагогов в рамках реализации данного проекта позволит им освоить модель организации внеурочной проектной деятельности учащихся на I и II ступени общего среднего образования с использованием среды программирования Scratch, создать учебно-методическое обеспечение организации факультативных занятий «Программирование в среде Scratch» и разработать методические рекомендации по распространению опыта внедрения модели в массовую образовательную практику.

Реализация данного инновационного проекта даст возможность:

- обучить заинтересованных преподавателей основам программирования в среде Scratch;
- обеспечить функционирование методической площадки и сетевого сообщества преподавателей для обмена опытом работы с детьми по обучению программированию в среде Scratch;
- разработать рекомендуемые к использованию в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь программы факультативных занятий по программированию в среде Scratch.

Заключение. Следовательно, данная работа будет способствовать обеспечению формирования у учащихся базовых представлений о языках программирования, развитию алгоритмического и логического мышления, повышению качества образования, а также содействовать формированию у учащихся профориентационной направленности к получению в будущем профессий, связанных с информационными технологиями и инженерными специальностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рындак, В.Г. Проектная деятельность школьника в среде программирования Scratch: учеб.-метод. пособие / В.Г. Рындак, В.О. Дженжер, Л.В. Денисова. – Оренбург: Оренб. гос. ин-т менеджмента, 2009. – 116 с.
2. Патаракин, Е.Д. Учимся готовить в среде Скретч: учеб.-метод. пособие / Е.Д. Патаракин. – М.: Интуит.ру, 2008. – 61 с.

REFERENCES

1. Ryndak V.G., Genger V.O., Denisova L.V. *Proyektная deyatelnost shkol'nika v srede programmirovaniya Scratch (ucheb.-metod. posobiye)* [Pupil's Project Activity in Scratch Programming Environment (Manual)], Orenburg, Orenburg St. Inst. of Management, 2009, 116 p.
2. Patarakin E.D. *Uchimsia gotovit v srede Scratch (ucheb.-metod. posobiye)* [Learning to Work in Scratch Programming Environment (Manual)], M., Intuit.ru, 2008, 61 p.

Поступила в редакцию 05.07.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: zagursky.orsha@gmail.com – Загурский А.В.

Научное обоснование фитнес-бокса в рамках учебных занятий по дисциплине «Физическая культура» в учреждениях высшего образования медицинского профиля

Д.Э. Шкирьянов, Ж.А. Позняк

Учреждение образования

«Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Результаты многочисленных исследований последних лет убедительно констатируют факт отрицательной динамики уровня здоровья студентов-медиков, возводя решение данной проблемы в статус приоритетных направлений государственной политики. Либерализация образовательного процесса по учебной дисциплине «Физическая культура» в УВО, недостаточная привлекательность содержания традиционных занятий подталкивают специалистов физического воспитания к поиску новых подходов к их организации. Согласно результатам социологических исследований среди молодежи сохраняется интерес к различным видам фитнес-технологий, среди которых аэробика с элементами боевых видов спорта – фитнес-бокс, не имеющий в настоящее время должного научно-методического обоснования и распространения в физическом воспитании студентов УВО медицинского профиля.

Цель статьи – теоретико-экспериментальное обоснование содержания практических занятий по учебной дисциплине «Физическая культура» с использованием фитнес-бокса в учреждениях высшего образования медицинского профиля.

Материал и методы. Педагогическое исследование проводилось в два этапа на базе УО «ВГМУ» в рамках инициативной темы НИР «Установить влияние рейтинга здоровья студентов на рейтинг их успеваемости» (№ ГР 20163400 от 08.09.2016). В нем приняли участие 108 студентов-девушек в возрасте от 18 до 20 лет, отнесенных по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

В работе использовались следующие методы исследования: анализ и синтез научно-методической литературы и документальных материалов; психологическое тестирование; педагогическое наблюдение; хронометраж и пульсометрия; контрольно-педагогическое тестирование; педагогический эксперимент; математико-статистические.

Результаты и их обсуждение. Изучен уровень физической подготовленности студентов-девушек I курса лечебного факультета УО «ВГМУ» 2016–2017 года обучения, определена взаимосвязь с показателями развития физических качеств. Выявлены предпосылки внедрения фитнес-бокса в физическое воспитание УВО медицинского профиля. Разработано и экспериментально обосновано содержание учебного занятия по дисциплине «Физическая культура» на основе фитнес-бокса: определены и изучены общая и моторная плотность занятия, динамика ЧСС у студентов в процессе занятия, а также установлено их влияние на уровень умственной работоспособности.

Заключение. На основании экспериментальных данных доказана целесообразность внедрения фитнес-бокса в физическое воспитание студентов УВО медицинского профиля. Доказано соответствие предложенного содержания занятий действующим требованиям теории и методики физического воспитания к общей и моторной плотности занятия, динамики ЧСС при их организации. Установлено позитивное влияние фитнес-бокса на умственную работоспособность студентов-девушек.

Ключевые слова: студенты-медики, учреждение высшего образования, уровень физической подготовленности, фитнес-бокс, работоспособность, учебные занятия, физическая культура.

Scientific Justification of Fitness Boxing within Physical Training Classes at Medical Universities

D.E. Shkiryanov, Z.A. Pozniak

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

Findings of numerous researches of the last years convincingly establish the fact of negative dynamics of the level of health of medical students, making the solution of the given problem the priority direction of state policy. Liberalization of Physical Training

educational process at medical universities, insufficient appeal of content of traditional classes, pushes experts of Physical Training to search new approaches to their organization. According to sociological researches, interest in different types of fitness technologies among youth is retained, including aerobics with elements of combative sports – fitness boxing, which has no proper scientific and methodological justification and distribution in Physical Training of medical students.

The purpose of the research is a theoretical and experimental justification of the content of Physical Training practical classes with the application of fitness boxing at medical universities.

Material and methods. The pedagogical research was carried out in two steps on the basis Vitebsk Medical University within the initiative research topic of «Establishing the Influence of Student Health Rating of on the Rating of Their Academic Progress» (No. GR 20163400, 9/8/2016). 108 student girls aged from 18 to 20, who belong to the main medical group according to their health, participated in the research.

Findings and their discussion. The level of physical fitness of first year girl students of Medical Faculty of Vitebsk Medical University of the 2016–2017 academic year is studied, the interrelation with indicators of the development of physical qualities is defined. Prerequisites of introduction of fitness boxing into Physical Training at medical universities are revealed. The content of a Physical Training class on the basis of fitness boxing is developed and experimentally proved: the general and motor density of the class, ChSS student dynamics in the course of the class are defined and studied, their influence on the level of intellectual working capacity is established.

Conclusion. On the basis of experimental data expediency of introduction of fitness boxing into Physical Training of medical university students is proved. Compliance of the offered content of classes with the existing requirements of the theory and methods of Physical Training to the general and motor density of the class, ChSS dynamics is proved. Positive influence of fitness boxing on intellectual efficiency of girl students is established.

Key words: medical students, establishment of higher education, level of physical fitness, fitness boxing, working capacity, academic classes, physical training.

Результаты многочисленных отечественных и зарубежных исследований последних лет убедительно констатируют факт отрицательной динамики уровня здоровья студентов-медиков, возводя решение данной проблемы в статус приоритетных направлений государственной политики [1]. Либерализация образовательного процесса по учебной дисциплине «Физическая культура» в учреждениях высшего образования (УВО), обусловленная влиянием Болонского процесса, во многом предопределяет стремление студенческой молодежи к отрицанию устоявшейся системы физического воспитания [2]. Одной из причин сложившейся ситуации является недостаточная привлекательность содержания занятий, а также тех средств, которые традиционно используются при их построении, что закономерно подталкивает специалистов физической культуры к поиску новых подходов в содержании занятий и методики их организации.

Исходя из современных индикационных стереотипов различных проявлений двигательной активности, оптимально соответствующих образу жизни, социально-психологическому и морфофункциональному статусу, особенностям ментальности современных студентов-медиков, решение данной проблемы возможно путем внедрения в учебный процесс современных фитнес-технологий [3–6]. В настоящее время убедительно доказана целесообразность использования средств фитнеса в повышении УФП студентов на основе индивидуального профиля развития физических качеств в условиях УВО (Ж.Г. Аникиенко, 2013). Специалистами физической культуры предложены модели формирования готовности студентов УВО к самоорганизации здорового образа жизни средствами фитнес-аэробики (Е.Ю. Понамарева, 2011). Широко разработано содержание программно-методического обеспечения физического воспитания обучающихся УВО, проживающих в условиях северных регионов, на основе применения современных фитнес-технологий (Т.В. Василистова, 2011). Неоднократно ученые изучали вопрос использования фитнес-технологий как средства адаптации студентов к специфическим условиям обучения в УВО (А.С. Павлова, А.Д. Лифанов, 2012). Многочисленные работы отражают результаты исследования среди студенческой молодежи эффективности организации занятий фитнесом с помощью мобильных приложений [7]. Однако, несмотря на высокую популярность и надлежащее научно-методическое обеспечение различных видов фитнеса в системе физического воспитания студентов, таких как степ-аэробика, фитбол-аэробика, фитнес-йога, калланетика, стретчинг, аквааэробика, без должного внимания остается относительно новое направление – фитнес-бокс (Л.И. Лубышева, 1992; В.Г. Саенко, 2013) [8–10].

Согласно данным научно-методической литературы фитнес-бокс – это направление фитнеса, представляющее собой сочетание движений из классического, французского и тайского бокса, «замиксованных» с аэробными шагами, статическими, динамическими и статодинамическими упражнениями. Существующее научное противоречие, заключающееся в наличии теоретических предпосылок к внедрению фитнес-бокса в учебный процесс по дисциплине «Физическая культура» в УВО медицинского профиля, с одной стороны, и отсутствие научного-экспериментального обоснования содержания таких занятий, с другой стороны, предопределило цель нашего исследования.

Цель статьи – теоретико-экспериментальное обоснование содержания практических занятий по учебной дисциплине «Физическая культура» с использованием фитнес-бокса в УВО медицинского профиля.

Материал и методы. Педагогическое исследование проводилось в два этапа на базе УО «ВГМУ» в рамках инициативной темы НИР «Установить влияние рейтинга здоровья студентов на рейтинг их успеваемости» (№ ГР 20163400 от 08.09.2016). *Первый этап* предусматривал определение теоретических и экспериментальных предпосылок к внедрению фитнес-бокса в учебный процесс по дисциплине «Физическая культура». Экспериментальное обоснование содержало оценку и сопоставление с данными научно-методической литературы уровня физической подготовленности (УФП) студентов I курса лечебного факультета 2016–2017 года обучения. В исследовании приняли участие 108 девушек, отнесенных по состоянию здоровья к основной медицинской группе, средний возраст которых $19,30 \pm 0,60$ лет. В рамках *второго этапа* проведена оценка общей и моторной плотности занятия с использованием фитнес-бокса, динамики частоты сердечных сокращений (ЧСС) занимающихся, а также изменений показателей умственной работоспособности согласно корректурному тесту Анфимова. В исследовании приняли участие 45 студентов-девушек I курса лечебного факультета, отнесенных по состоянию здоровья к основной медицинской группе, средний возраст составлял $18,90 \pm 0,40$ лет.

Для достижения поставленной цели использовались следующие *методы исследования*: анализ и синтез научно-методической литературы и документальных материалов; психологическое тестирование (корректурный тест Анфимова); педагогическое наблюдение; хронометраж и пульсометрия (пульсометры Polar RS 800); контрольно-педагогическое тестирование; педагогический эксперимент (лангитюдный); математико-статистические (Statsoft STATISTICA 10).

Результаты и их обсуждение. Согласно программе исследования оценка УФП студентов-девушек, в соответствии с требованиями типовой учебной программы для высших учебных заведений «Физическая культура» (МО РБ 14.04.2008, рег. № ТД СГ.014/тип), осуществлялась на основании результатов контрольно-педагогических тестов: бег на 100 м и 500 м, прыжок в длину с места, поднятие туловища из положения лежа на спине за 1 мин, наклон вперед из положения сед, челночный бег 4×9 м. Полученные эмпирические данные были обработаны методом математической статистики, обобщены и представлены в виде табл. 1 и рис. 1.

Анализ экспериментальных данных позволяет утверждать, что у большинства испытуемых (38 человек – 35%) отмечен средний УФП – $4,85 \pm 1,65$ балла. При этом наблюдается наиболее высокий уровень статистической связи УФП с результатами в беге на 100 м ($r=0,68$; $p < 0,05$) и 500 м ($r=0,72$; $p < 0,05$), которые находятся на низком уровне. Одновременно отмечена высокая связь УФП с результатами прыжка в длину с места ($r=0,68$; $p < 0,05$), которые соответствуют среднему уровню $170,81 \pm 17,52$ см, а также челночного бега 4×9 м ($r=0,72$; $p < 0,05$), зафиксированного на уровне выше среднего $10,69 \pm 0,57$ с. В целом полученные результаты констатируют факт низкого уровня развития скорости и выносливости, при этом развитие силы, ловкости и гибкости отмечено на среднем уровне. Полученные данные согласуются с результатами научно-методической литературы (Т.В. Ружева, 2015; Е.Г. Ткачук, 2016; Н.Н. Венгерова, 2016 и др.) и тем самым актуализируют необходимость развития физических качеств и УФП у студентов-медиков посредством совершенствования традиционной системы физического воспитания в УВО.

Таблица 1

Общая характеристика и взаимосвязь показателей уровня физической подготовленности студентов-девушек основного учебного отделения УО «ВГМУ», 2016–2017 уч. год

Показатели	M±S (n=108)	Уровень развития	100 м	500 м	Прыжок в длину	Пресс	Наклон вперед	4×9 м	УФП
100 м, с	17,48±1,23	Низкий		0,45*	-0,46*	-0,21*	-0,03	0,48*	-0,68*
500 м, с	139,22±16,53	Низкий			-0,56*	-0,31*	-0,17	0,45*	-0,72*
Прыжок в длину, см	170,81±17,52	Средний				0,10	0,21*	-0,40*	0,68*
Поднимание туловища за 1 мин, кол-во раз	48,79±7,09	Средний					0,35*	-0,31*	0,49*
Наклон вперед, см	14,11±7,19	Средний						-0,30*	0,54*
Челночный бег 4×9, с	10,69±0,57	Выше среднего							-0,72*
УФП, балл	4,85±1,65	Средний							

Примечание: M±S – среднее и стандартное отклонение, * – значимость различий на уровне $p < 0,05$.

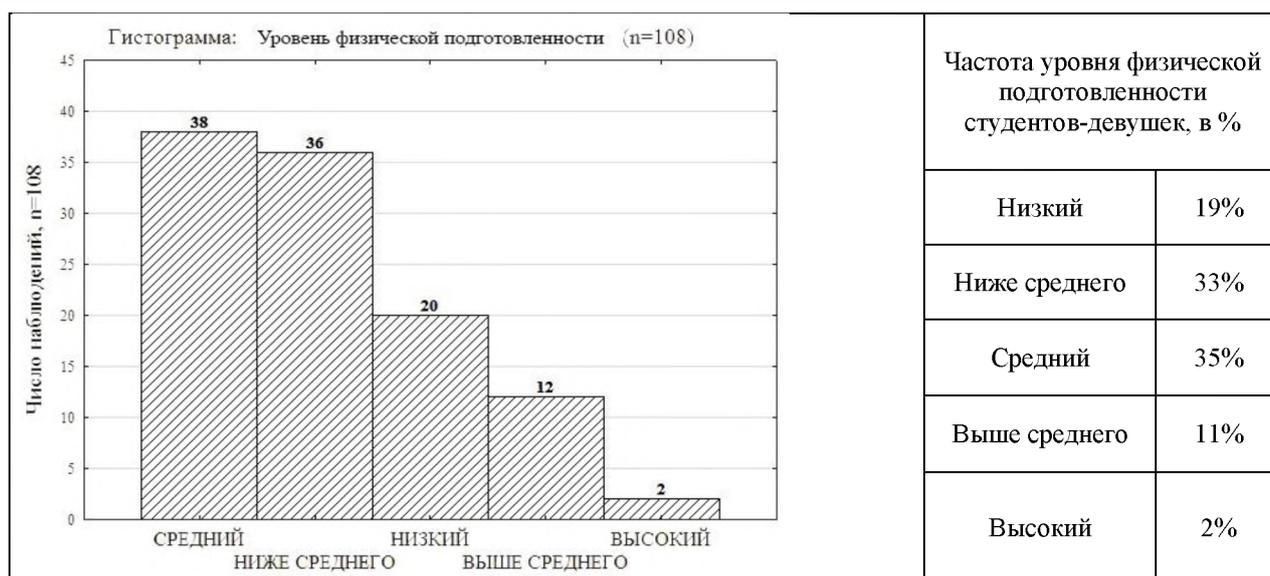


Рис. 1. Частота встречаемости показателей уровня физической подготовленности у студентов-девушек основного учебного отделения УО «ВГМУ», 2016–2017 уч. год.

Опираясь на вышесказанное, для достижения поставленной цели исследования нами разработано экспериментальное содержание урочного занятия с групповой формой обучения по дисциплине «Физическая культура», представленного фитнес-боксом: базовые упражнения аэробики и спортивных единоборств, упражнения на полу для мышц туловища, бедра, рук и плечевого пояса, общеразвивающие и дыхательные упражнения восстановительного характера, ходьба на месте. Структура занятия по фитнес-боксу, общая длительность которого 60 мин, состоит, как в большинстве урочных форм занятий, из подготовительной, основной и заключительной частей (М.П. Ивлев, 2002).

В результате анализа научно-методической литературы (Л.П. Матвеев, 2008; Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов, 2009) установлено, что заключение о соответствии предложенного содержания занятия с использованием фитнес-бокса требованиям теории и методики физического воспитания наиболее рационально осуществлять на основании данных общей и моторной плотности занятия, а также динамики частоты сердечных сокращений (ЧСС) у студентов при их проведении.

В рамках второго этапа педагогического исследования, при помощи методов хронометража и педагогического наблюдения, путем сопоставления среднего времени активной деятельности (57 мин 20 с) студентов в процессе занятия с его общей продолжительностью (60 мин) была определена общая плотность – 96%. Соотношение общего времени выполнения физических упражнений (53 мин 12 с) с общей продолжительностью занятия позволило определить моторную плотность, которая составила 88,6%. Фиксация динамики ЧСС в процессе занятия осуществлялась непрерывно при помощи пульсометров Polar RS 800, текущий контроль предусматривал 13 замеров: 2 раза в подготовительной части, 10 раз в основной и 1 раз в заключительной. Полученные результаты обрабатывались методом математической статистики и систематизировались (табл. 2, рис. 2).

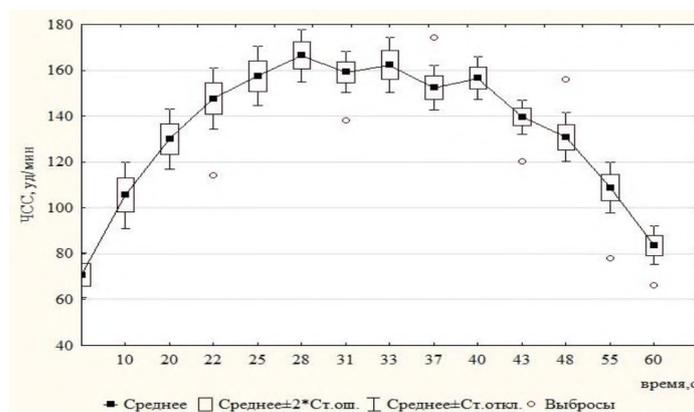


Рис. 2. Диаграмма размаха ЧСС у студентов-девушек в процессе занятия фитнес-боксом.

Динамика ЧСС у студентов-девушек в процессе занятий фитнес-боксом

Структурная часть занятия		Время занятия	М±S, уд/мин (n=75)	% прироста ЧСС от исходного	Min ЧСС уд/мин	Max ЧСС уд/мин	
		В покое	70,8±9,7	–	54	84	
Подготовительная часть		Разогревание	10'	105,6±14,5	49	78	
		Стретчинг					
Основная часть	Аэробная часть	Аэробная разминка	20'	130±13	83	108	150
		Аэробный пик	22'	147,6±13,4	108	114	162
			25'	157,6±13	122	132	174
			28'	166,4±11,4	135	144	180
			31'	159,2±9	124	138	174
			33'	162,3±12,1	129	144	180
			37'	152,4±9,8	115	138	174
		40'	156,5±9,3	121	144	174	
		Первая аэробная «заминка»	43'	139,6±7,3	97	120	150
		Упражнения на полу	48'	130,8±10,6	84	120	156
			55'	108,8±11,1	53	78	120
Заключительная часть		Вторая аэробная «заминка»	60'	83,7±8,4	18	66	
		Глубокий стретчинг					
		Общая «заминка»					

Анализ результатов исследования позволяет проследить связь между структурными частями занятия, а также проанализировать изменения работоспособности студентов под влиянием предложенной физической нагрузки. Так, в подготовительной части занятия продолжительностью 10 мин, что составляет около 17% от общей длительности занятия, средний показатель ЧСС возрос с 70,8±9,7 уд/мин в состоянии покоя до 105,6±14,5 уд/мин ($p < 0,05$), что не превышает гигиенические нормы внутренних параметров физической нагрузки при данном виде занятий. Согласно результатам исследования наибольшая физическая нагрузка в процессе занятия приходится на период основной части продолжительностью 45 мин, что составляет порядка 75% от общей длительности занятия, при этом средние показатели ЧСС варьировали от 130±13,0 уд/мин до 166,4±11,4 уд/мин. Следует отметить, что динамика ЧСС в основной части имеет волнообразный характер, т.е. наблюдается чередование «подъемов» и «спусков». При этом минимальный показатель ЧСС отмечен после упражнений на полу – 108,8±11,1 уд/мин (55 мин занятия), а максимальный в период аэробного пика – 166,4±11,4 уд/мин (28 мин занятия). В заключительной части занятия наблюдалось снижение объема и интенсивности физической нагрузки, что подтверждается более низкими показателями ЧСС относительно основной части занятия. Так, средний показатель ЧСС снизился до 83,7±8,4 уд/мин, что соответствует рекомендациям научно-методической литературы по организации данного вида занятия.

Как известно, важным показателем эффективности практических занятий по физической культуре является их влияние на умственную работоспособность студентов, которая зависит от напряженности функционирования сенсорных систем, воспринимающих информацию, от состояния внимания, памяти, мышления, выраженности эмоций. Для определения положительного влияния фитнес-бокса на умственную работоспособность было предложено психологическое тестирование с использованием корректурного теста Анфимова, которое проводилось в начале и в конце учебного занятия. Полученные эмпирические данные были подвергнуты статистической обработке, обобщены и систематизированы (табл. 3, рис. 3).

Динамика показателей умственной работоспособности студентов-девушек при организации занятия фитнес-боксом (по Анфимову)

Показатель	Период	До занятия, n=45		Значимость различий, p	После занятия, n=45		Динамика, в %
		M±S	W		M±S	W	
M (количество вычеркнутых букв)		236,67±61,39	0,93	t=6,41; p<0,05	290,44±51,42	0,85	23
S (количество просмотренных знаков)		1101,00±208,48	0,88	t=3,58; p<0,05	1286,22±186,30	0,92	16
n (количество допущенных ошибок)		28,22±16,02	0,94	T=4,00; p<0,05	19,56±19,63	0,79*	69
A (коэффициент точности выполнения задания)		0,62±0,16	0,93	t=6,47; p<0,05	0,76±0,13	0,85	23
P (коэффициент умственной продуктивности)		708,05±334,05	0,83*	T=0,00; p<0,05	994,63±315,61	0,87	41
Q (объем зрительной информации)		653,55±123,75	0,88	t=3,58; p<0,05	763,50±110,58	0,92	17
СПИ (скорость переработки информации)		1,91±0,48	0,93	t=6,09; p<0,05	2,36±0,38	0,85	23
УВН (устойчивость внимания)		57,95±44,83	0,83	T=0,00; p<0,05	167,09±219,92	0,64*	188

Примечание: M±S – среднее и стандартное отклонение, W – показатели критерия Шапиро–Уилка, t – критерий Стьюдента для зависимых выборок, T – критерий Вилкоксона, * – значимость различий на уровне p<0,05.



Рис. 3. Динамика критериев умственного труда студентов-девушек (по Анфимову).

Согласно экспериментальным данным у испытуемых зафиксирована положительная динамика общего уровня работоспособности. В частности, наблюдался прирост коэффициента точности выполнения задания (A) на 23% с 0,62±0,16 до 0,76±0,13 (p<0,05), обусловленный положительной динамикой количества вычеркнутых букв (M) и общего количества букв, которые необходимо было вычеркнуть в просмотренном тексте (N). Также отмечено повышение коэффициента умственной продуктивности (P) на 41% с 708,05±334,05 до 994,63±315,61 (p<0,05), что объясняется ростом коэффициента точности выполнения задания (A) и общего количества просмотренных знаков (S). Аналогичная ситуация наблюдалась с показателями объема зрительной информации (Q), который возрос с 653,55±123,75 до 763,50±110,58 (17%; p<0,05), и скорости переработки информации (СПИ) – увеличился с 1,91±0,48 до 2,36±0,38 (23%; p<0,05), а также устойчивости внимания (УВН), возросшей с 57,95±44,83 до 167,09±219,92 (188%; p<0,05).

Сравнительный анализ результатов исследования с ориентировочными критериями коррективного теста Анфимова констатировал статистически значимый прирост показателей «количество труда–просмотрено знаков», в частности увеличилось число испытуемых с оценкой «отлично» – с 56% до 100% ($p < 0,05$). Кроме этого, отмечена положительная динамика показателя «качество труда–допущено ошибок»: сократилось количество девушек с показателем «неудовлетворительно» с 78% до 56%, увеличилось с показателем «удовлетворительно» с 22% до 33%, а также в 11% случаев отмечен уровень «отлично».

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют утверждать, что предложенное содержание практических занятий в виде фитнес-бокса может использоваться в физическом воспитании студентов УВО медицинского профиля в рамках учебной дисциплины «Физическая культура». Основанием данного утверждения являются его соответствие требованиям теории и методики физического воспитания в аспекте общей и моторной плотности занятия, гигиенических норм величины физической нагрузки по показателям ЧСС, а также позитивная динамика влияния на умственную работоспособность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудева, Т.В. Физическая подготовленность и работоспособность студентов-медиков / Т.В. Рудева [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 4. – 208–209.
2. Пьянзин, А.И. Фитнес-аэробика как средство физического воспитания студентов вуза / А.И. Пьянзин, Н.Н. Пьянзин, В.К. Таланцева // Казанский педагогический журнал. – 2012. – № 4. – С. 20–32.
3. Сапожникова, О.В. Фитнес: учеб. пособие / О.В. Сапожникова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 144 с.
4. Баліцька, Є.П. Мотивація студентів до занять фітнесом в технічному вищому навчальному закладі / Є.П. Баліцька // Педагогіка, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 6. – С. 3–6.
5. Strand, B. Health-Related Fitness and Physical Activity Courses in U.S. Colleges and Universities / B. Strand, J. Egeberg, A. Mozumdar // Journal of Research: Health-Related Fitness Courses. – 2010. – Vol. 5, iss. 2. – P. 17–20.
6. Scott, A. Forrester the Benefits of Campus Recreation [Electronic resource] / A. Scott. – 2014. – Mode of access: http://nirsa.net/nirsa/wp-content/uploads/Forrester_2014-Report.pdf. – Date of access: 25.02.2017.
7. Gowin, M. Health and Fitness App Use in College Students: A Qualitative Study / M. Gowin, M. Cheney, S. Gwin // American Journal of Health Education. – 2015. – № 46. – P. 223–230.
8. Гильфанова, Е.К. Оздоровительная фитнес-йога в физическом воспитании студентов специальных медицинских групп вузов: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Е.К. Гильфанова; ГОУ ВПО «Бурятский государственный университет». – Улан-Удэ, 2011. – 27 с.
9. Марчук, С.А. Профилактика нарушения зрения студентов педагогических вузов средствами оздоровительно-коррекционной гимнастики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.А. Марчук. – Екатеринбург, 2004. – 188 с.
10. Мандрикова, В.Б. Оздоровительный фитнес в высших учебных заведениях: учеб. пособие для студентов мед. вузов / В.Б. Мандрикова [и др.]. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ. – 168 с.

REFERENCES

1. Rudeva T.V. Mazhdunarodni zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya [International Journal of Experimental Education], 2015, 4, pp. 208–209.
2. Pyansin A.I., Pyansin N.N., Talatseva V.K. *Kazanski pedagogicheski zhurnal* [Kazan Pedagogical Journal], 2012, 4, pp. 20–32.
3. Sapozhnikova O.V. *Fitness: ucheb. posobiye* [Fitness, Textbook], Yekaterinburg, Izd-vo Ural. un-ta, 2015, 144 p.
4. Balytska E.P. *Pedagogika, psikhologiya i medico-biologicheskiye problemi fizicheskogo vospitaniya i sporta* [Education, Psychology and Medical and Biological Issues of Physical Training and Sports], 2013, 6, pp. 3–6.
5. Health-Related Fitness and Physical Activity Courses in U.S. Colleges and Universities / B. Strand, J. Egeberg, A. Mozumdar // Journal of Research: Health-Related Fitness Courses. – 2010. – Vol. 5, iss. 2. – P. 17–20.
6. Scott A. Forrester The Benefits of Campus Recreation, 2014. – Available at: http://nirsa.net/nirsa/wp-content/uploads/Forrester_2014-Report.pdf – Date of access: 25.02.2017.
7. Health and Fitness App Use in College Students: A Qualitative Study / M. Gowin, M. Cheney, S. Gwin // American Journal of Health Education. – 2015. – № 46. – P. 223–230.
8. Gilfanova E.K. *Ozdrovitelnaya fitnes-yoga v fizicheskoy vospitanii studentov spetsialnykh meditsinskikh grupp vuzov: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [Health Preserving Fitness Yoga in Physical Training of Special Medical Group University Students: PhD (Education) Dissertation Summary], GOU VPO «Buriatski gosudarstvenni universitet», Ulan-Ude, 2011, 27 p.
9. Marchuk S.A. *Profilaktika narusheniya zreniya studentov pedagogicheskikh vuzov sredstvami ozdrovitelno-korreksionnoi gimnastiki: dis. ... kand. ped. nauk* [Prevention of Hearing Infringement of Pedagogical University Students by Means of Health Correction Gymnastics: PhD (Education) Dissertation], Yekaterinburg, 2004, 188 p.
10. Mandrikova V.B. *Ozdrovitelnii firnes v vysshikh uchebnikh zavedeniyakh: ucheb. posobiye dlia studentov meditsinskikh vuzov* [Health Fitness at Universities: Medical Student Textbook], Volgograd, Izd-vo VolGMU, 168 p.

Поступила в редакцию 07.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: shkireanov@gmail.com – Шкирянов Д.Э.

Дневник здоровья как эффективное средство формирования физической культуры личности и оздоровления студентов

А.Г. Мусатов

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Многочисленные исследования констатируют низкий уровень сформированности личностной физической культуры у студентов высших учебных заведений. В качестве эффективного средства решения рассматриваемой проблемы предлагается внедрение в учебный процесс по дисциплине «Физическая культура» дневников здоровья и физической подготовленности обучающихся.

Цель статьи – обоснование целесообразности и разработка организационно-методического использования в учебно-воспитательном процессе в вузе дневников самоконтроля здоровья и подготовленности студентов для повышения уровня их личностной физической культуры.

Материал и методы. Исследование проводилось в учреждении образования «Витебский технологический университет» среди 397 студентов I–IV курсов основного отделения. При этом использовались анкетирование, опрос, беседы, педагогическое тестирование, антропометрия, методы оценки показателей основных функциональных систем организма.

Результаты и их обсуждение. Адекватно оценивают значение физической культуры и спорта для здоровья и полноценной жизнедеятельности человека лишь 20–30% студентов I–IV курсов. От 67% до 80% первокурсников разных факультетов имеют ограниченные знания и представления о подборе и методах самостоятельного использования физических упражнений и регулирования физической нагрузки, не владеют умениями самоконтроля реакции организма на воздействие упражнений. У более 2/3 изученного контингента студентов I–IV курсов выявлен низкий уровень физической культуры личности, обуславливающий поиск эффективных форм решения проблемы, в том числе целесообразность внедрения в учебный процесс физического воспитания студентов дневников здоровья.

Заключение. Основными направлениями использования дневников являются актуализация ценностного отношения студентов к своему здоровью; вооружение методическими знаниями и практическими умениями при самостоятельном овладении различными формами физического воспитания; осуществление контроля за состоянием здоровья и основными показателями физической подготовленности.

Ключевые слова: физическая культура личности, студенты, физическое воспитание, здоровый образ жизни, дневник здоровья.

Health Diary as an Effective Means of Shaping Student Personality Physical Culture and Invigoration

A.G. Musatov

Educational Establishment «Vitebsk State Technological University»

Numerous studies indicate a low level of shaping student personality physical culture. As an effective means of solving the problem, the introduction into the academic process of the «Physical Education» of students' diaries of health and physical fitness is considered.

The purpose of the article is to present the grounds for the expediency of the organized use in the university educational process of Physical Education of diaries of self-monitoring of health and physical fitness to raise the level of student personality physical culture.

Material and methods. The research was carried out at Vitebsk State Technological University and involved 397 first to fourth year students. Questionnaires, interviews, talks, pedagogical testing, anthropometry, methods for assessing the indicators of the main functional systems of the body were used.

Findings and their discussion. Only 20–30% first to fourth year properly assess the importance of Physical Training and Spots for the health and full-fledged life. 67% до 80% of first year students have limited knowledge and ideas about the selection and methods of independent use of physical exercises and regulation of physical activity, they do not possess the skills of self-monitoring of the body's reaction to the effects of exercises. More than two thirds of the studied first to fourth year students manifest low level

of personality physical culture which calls forth the search for the efficient forms of the problem solution, including the expedience of the introduction of health diaries into the academic process of Physical Training.

Conclusion. *The main directions of using the diaries are: actualization of the students' value attitude to their health, equipping students with methodological knowledge and practical skills of independent practice of various forms of physical education, monitoring health status and basic indicators of physical fitness.*

Key words: *physical culture of the individual, students, physical education, healthy lifestyle, diary of health.*

Организованные занятия физической культурой и спортом, ведение здорового образа жизни, не подвергающего организм воздействию всевозможных вредных факторов, – универсальная формула укрепления и сохранения физического, психического и социального здоровья человека, продления его активного долголетия. Особое значение этому придается в возрасте 17–25 лет, когда функциональные возможности и общее физическое состояние организма находятся в периоде продолжающегося укрепления и совершенствования. Многочисленные исследования подтверждают, что физическая культура и спорт способствуют развитию интеллекта, быстроты и точности усвоения и переработки информации, сообразительности, способности к творческому мышлению. В отличие от пассивных однокурсников студенты, активно занимающиеся физическими упражнениями, болеют в 3 раза реже, а выздоравливают в 2 раза быстрее. Спортивно-оздоровительная деятельность формирует такие важные для учебного процесса и будущей профессиональной деятельности личностные качества, как целеустремленность, решительность, настойчивость, дисциплинированность. Осознанное и активное отношение студента к поддержанию здоровья способствует избавлению от вредных привычек, сокращает время на пассивно-потребительские виды деятельности, повышает творческую деятельность и т.д.

Несмотря на универсальную роль и значение физической культуры в жизни детей и учащейся молодежи, проблема их отношения к физически активному здоровому образу жизни остается по-прежнему актуальной проблемой. Не меньшую тревогу вызывает невнимательное отношение не только детей, но и лиц молодого возраста, студенческой молодежи к своему здоровью.

В настоящее время приоритетной целью физического воспитания во всех звеньях образования (учреждения дошкольного, школьного, среднего и высшего профессионального образования) является формирование физической культуры личности. В то же время, как показывает практический опыт работы в сфере физической культуры и спорта, уровень сформированности знаний и убеждений в необходимости занятий физической культурой, привычки и потребности к двигательной активности, а также умения правильно использовать физические упражнения, вести здоровый образ жизни как у школьников, так и у студенческой молодежи оставляют желать лучшего. Так, по результатам анкетирования, проведенного среди студентов, П.И. Новицкий с соавторами отмечают, что у абсолютного большинства респондентов (около 80%) выявлен очень низкий уровень сформированности личностной физической культуры [1; 2]. Анализируя наиболее перспективные направления решения обозначенной проблемы, мы солидарны с выводами специалистов, которые указывают на необходимость повышения результативности теоретической и методической подготовки по вопросам использования физических упражнений и ведения здорового образа жизни, а также на расширение средств и методов приобщения учащихся и студентов к самостоятельным занятиям физической культурой и спортом.

Наряду с различными подходами к формированию у студентов активной поведенческой позиции в сохранении и укреплении собственного здоровья эффективным средством, по нашему мнению, может послужить ведение дневников самоконтроля здоровья и физической подготовленности обучающихся. Данная форма самоконтроля в различных вариациях используется в сфере физической культуры и спорта [3], однако широкого распространения в массовой практике физического воспитания студенческой молодежи до настоящего времени не нашла.

Цель работы – обоснование целесообразности и разработка организационно-методического использования в учебно-воспитательном процессе в вузе дневников самоконтроля здоровья и подготовленности студентов для повышения уровня их личностной физической культуры.

Материал и методы. Исследование проводилось в соответствии с общекафедральной темой НИР «Организационно-методические условия повышения низкого уровня личностной физической культуры и оздоровления студентов в процессе получения физкультурного образования на I–IV курсах технического вуза», запланированной на 2016–2020 годы. При этом использовались анкетирование, опрос, беседы, педагогическое тестирование, антропометрия, методы оценки показателей основных функциональных систем организма.

Результаты и их обсуждение. Основной рабочей гипотезой исследования выступает положение о том, что ведение студентами на протяжении обучения в вузе дневника здоровья и физической подготовленности под контролем кафедры физической культуры и спорта способствует достижению целей учебно-воспитательного процесса по предмету «Физическая культура», связанных с формированием физической культуры личности и оздоровлением студентов.

Наряду с разработкой и внедрением в учебный процесс дневников самоконтроля физической подготовленности и здоровья студентов научная работа предполагает разработку соответствующих учебно-методических материалов, обучающих мероприятий и форм контроля со стороны общеуниверситетской кафедры, сопровождающих использование студентами дневника с момента поступления и до окончания обучения в вузе.

В соответствии с задачами первого этапа исследования (2016–2017 уч. год) изучалось проблемное поле факторов и условий, обуславливающих содержание повседневного образа жизни, уровень сформированности основных компонентов личностной физической культуры, а также уровень состояния основных показателей здоровья, физического развития и физической подготовленности первокурсников, поступивших в университет в 2016 году, и студентов выпускных курсов, в учебном процессе которых использование дневников самоконтроля здоровья и физической подготовленности не осуществлялось. Общее количество студентов, охваченных исследованием на первом этапе НИР, составило 397 человек.

В процессе исследования анализировались данные анкет и опросных листов, включавших широкий перечень вопросов, имеющих отношение к потребностям студентов в занятиях физической культурой, двигательной активности. Изучались умения и навыки самостоятельной физкультурно-оздоровительной деятельности у студентов, отношение к вредным привычкам, факторы и причины, обуславливающие состояние всех этих компонентов. Дополнительно производились антропометрия, оценка показателей основных функциональных систем организма. Научно-методическая помощь в разработке опросников, анкет, батареи тестов, непосредственное участие в сборе отдельных материалов и их анализе осуществлялись совместно с доцентом кафедры ТМФК и СМ Витебского государственного университета имени П.М. Машерова П.И. Новицким. Результаты тестирования и обследований заносились в электронные таблицы и обрабатывались методами математической статистики.

Результаты исследования сформированности основных компонентов личностной физической культуры у студентов I–IV курсов, места физической активности и здоровьесберегающих факторов в повседневном образе их жизни подтвердили наличие многочисленных проблем, требующих поиска эффективных путей их решения.

Физкультурно-оздоровительная деятельность активно присутствует лишь у 15% студентов I–IV курсов, у 30% она имеет эпизодический характер, 55% приобщаются к физическим упражнениям лишь в рамках обязательных занятий по предмету «Физическая культура». При этом устойчиво просматривается тенденция снижения от курса к курсу количества студентов, у которых в свободное время присутствует в той или иной мере двигательная активность.

Студенты адекватно оценивают значение физической культуры и спорта для здоровья и полноценной жизнедеятельности человека. Однако относительно себя не скрывают скептического отношения к необходимости регулярно вести физически активный образ жизни. На отсутствие устойчивых мотивов и привычек систематически заниматься физическими упражнениями в свободное время указывает то, что лишь 25% студентов реализуют свои убеждения на практике, большое количество студентов (около 55% на разных курсах) строго не придерживаются правил здорового образа (связанных со здоровым питанием, отдыхом и сном, отношением к вредным привычкам и др.). Обращает внимание низкая методическая осведомленность студентов о правилах и принципах самостоятельных занятий физическими упражнениями (по самооценке студентов I–IV курсов не более 40% считают, что имеют достаточный уровень таких знаний и умений). 75% первокурсников разных факультетов имеют ограниченные знания и представления о подборе и методах самостоятельного использования физических упражнений, регулирования физической нагрузки; не могут назвать конкретные комплексы утренней зарядки (с правильной последовательностью упражнений и количеством их повторений) и др. В то же время 30% студентов отмечают, что хотели бы получить дополнительные знания по вопросам физического самосовершенствования. Основными источниками формирования физкультурных методических знаний выступают беседы с активно занимающимися лицами, общение с преподавателями, тренерами, просмотр телепередач. Целенаправленное обращение к методической литературе отмечено лишь у 14% студентов. Соответственно, в большинстве случаев самостоятельные занятия физическими упражнениями из-за отсутствия необходимых (элементарных) методических знаний и умений в большей или меньшей степени могут быть сопряжены с ущербом для здоровья, приводить к возникновению травм или даже ухудшению состояния организма. Выявленные проблемные показатели здоровья, физического развития и подготовленности студентов, отклонения от ведения здорового образа жизни и причины этих явлений определили содержание и задачи разработанного нами дневника здоровья [4]. С 2016/2017 учебного года данный дневник внедряется в учебный процесс по физической культуре студентов I курса учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». На протяжении полного курса изучения учебного предмета «Физическая культура» кафедрой физической культуры и спорта планируются осуществление мониторинга и анализа динамики показателей,

включенных в дневник, реализация необходимой консультативной и практической работы со студентами для достижения позитивных изменений в содержании их личностной физической культуры.

Заключение. Выявленные низкие показатели методической и практической готовности к ведению физически активного здорового образа жизни актуализировали необходимость использования и организационно-методического сопровождения дневника здоровья студента в учебном процессе по дисциплине «Физическая культура». С учетом факторов, обусловивших наличие данной проблемы, внедрение дневника здоровья в учебный процесс должно способствовать достижению следующих педагогических результатов:

– актуализации ценностного отношения студентов к своему здоровью и физическому состоянию организма через приобщение к ведению здорового образа жизни, систематическое использование физических упражнений и других средств оздоровления в повседневной жизни; через необходимость (обусловленную систематическим ведением дневника) постоянного критического обращения студента к собственному образу жизни, самооценке и анализу личных показателей физического развития и функционального состояния организма, режима питания, труда и отдыха, физической активности, их соответствия существующим нормам, правилам и рекомендациям;

– совершенствованию у студентов организаторских умений и практических навыков самостоятельного использования физических упражнений и других средств оздоровления организма в свободное время, формированию на этой основе привычки и потребности в систематической самостоятельной физкультурно-оздоровительной деятельности;

– расширению у студентов знаний о значении и содержании врачебно-педагогического контроля и самоконтроля при занятиях физической культурой и спортом, об оценке результатов измеряемых показателей с позиций «нормы» и «отклонений»;

– вооружению студентов навыками и методами проведения самостоятельного оперативного контроля и этапного (многолетнего) мониторинга показателей своего физического развития и здоровья, состояния и изменения основных функциональных систем организма, развития физических способностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новицкий, П.И. Некоторые показатели и детерминанты сформированности личностной физической культуры у студентов / П.И. Новицкий, А.И. Новицкая, Т.В. Чепелева / Оздоровительная физическая культура молодежи: актуальные проблемы и перспективы: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. / редкол.: Е.С. Григорович [и др.]. – Минск: БГМУ, 2013. – С. 122–124.
2. Новицкая, А.И. Формирование у школьников ценностного отношения к здоровью / А.И. Новицкая, Т.В. Чепелева // Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам физической культуры и спорта государств-участников Содружества Независимых Государств: в 4 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры; редкол.: Т.Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2012. – Ч. 3. – С. 121–122.
3. Дневник самоконтроля: пособие для студентов всех специальностей днев. формы обучения / авт.-сост.: Е.Н. Ярчак, С.Л. Володкович. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2007. – 19 с.
4. Дневник самоконтроля физической подготовленности и здоровья студента / авт.-сост.: А.Г. Мусатов, Т.В. Литунцовская, П.И. Новицкий. – Витебск: УО «ВГТУ», 2016. – 40 с.

REFERENCES

1. Novitski P.I., Novitskaya A.I., Chepeleva T.V. *Ozdorovitel'naya fizicheskaya kultura molodezhi: aktualniye problemi i perspektivi: tez. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Health Preserving Physical Training of Young People: Current Issues and Prospects: Report Theses of the International Scientific and Practical Conference], Minsk, BGMU, 2013, pp. 122–124.
2. Novitskaya A.I., Chepeleva T.V. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya po problemam fizicheskoi kulturi i sporta gosudarstv-uchastnikov Sodruzhestva Nezavisimikh Gosudarstv: v 4 ch., Belarus. gos. un-t fiz. kulturi* [International Scientific and Practical Conference on the Issues of Physical Training and Sports of CIS Participant States], Minsk, BGUFK, 2012, 3, pp.121–122.
3. Yarchak E.N., Volodkovich S.L. *Dnevnik samokontrolya: posobiye dlia studentov vsekh spetsialnostei dnev. formi obucheniya* [Self-control Diary: Textbook for Full Time Students], Gomel, GGTU im. P.O. Sukhogo, 2007, 19 p.
4. Musatov A.G., Litunivskaya T.V., Novitski P.I. *Dnevnik samokontrolya fizicheskoi podgotovlennosti i zdoroviya studenta* [Self-control Diary of Student Physical Fitness and Health], Vitebsk, UO «VGTU», 2016, 40 p.

Поступила в редакцию 05.07.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: fizkult@vstu.by – Мусатов А.Г.

Силовая подготовка лыжников-гонщиков

Н.Т. Станский

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

В последние десятилетия в технике передвижения на лыжах произошли огромные изменения, по причине того, что к традиционному классическому лыжному ходу добавился так называемый «коньковый» и в настоящее время все больше спортивных состязаний проводятся именно этим способом передвижения на лыжах. Естественно, изменилась и методика подготовки лыжников-гонщиков, так как произошло перераспределение времени тренировочных занятий по развитию основных физических качеств (быстроты, силы, выносливости, ловкости). В силу структуры конькового хода возросла роль развития силовых качеств в процессе круглогодичной тренировки.

Цель статьи – определить удельный вес занятий силовой подготовкой, взаимосвязи силы с другими физическими качествами лыжника-гонщика.

Материал и методы. *Методом педагогического эксперимента было проведено исследование различных вариантов распределения занятий, направленных на развитие силы и выносливости в процессе двух учебно-тренировочных сезонов. В эксперименте приняли участие 12 спортсменов, учащихся учреждения образования «Витебское училище олимпийского резерва», мастеров спорта и перворазрядников.*

Результаты и их обсуждение. *Эффективность внутригодовой организации тренировочного процесса определялась путем выявления и анализа сдвигов в состоянии спортсменов по тестам и динамике спортивных результатов. В числе методов комплексного тестирования по этапам были использованы замеры силы отдельных мышечных групп, телеметрическая регистрация ЧСС, определение уровня МПК, 12-минутный бег, выявление времени преодоления 10-километровой дистанции на лыжероллерах. Динамика тестовых показателей свидетельствует, что различный объем силовой подготовки по-разному влияет на развитие силовых возможностей спортсменов. Наибольший прирост силы мышц в среднем на 4,5% наблюдался в период, когда на силовую подготовку отводилось 30% от общего времени, затраченного на тренировочный процесс за год, а результат в передвижении на лыжероллерах (10 км) – на 3%.*

Заключение. *Совокупность полученных данных позволяет сделать вывод, что распределение времени, отводимого на силовую подготовку в структуре годового цикла по второму варианту, способствовало достижению высокого уровня силовой подготовленности в бесснежное время года и меньшему снижению силы основных мышечных групп в соревновательном периоде, а также рост спортивных результатов.*

Ключевые слова: *учебно-тренировочный процесс, физические качества, сила, выносливость, лыжный ход.*

Strength Training of Skiers-Racers

N.T. Stanskiy

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

In the last decades in the technology of skis movement there have been huge changes because the traditional classical ski course was added by the so-called ridge and at present it is applied in more and more sports races. It is natural that the training techniques of skiers-racers have changed as redistribution of time of training classes in development of the main physical qualities has naturally changed (speed, force, endurance, dexterity). Owing to the structure of skating stride the role of development of power qualities in the course of the year-round training has increased.

The purpose of the study is to determine a specific gravity of power training, interrelations of force with other physical qualities of the skier-racer.

Material and methods. *By a pedagogical experiment the study of various options of distribution of training aimed at the development of force and endurance in the course of two educational and training seasons was done. 12 athletes, students of the establishment of education «Vitebsk School of Olympic Reserve», Masters of Sports and first-rank sportsmen participated in the experiment.*

Findings and their discussion. *Efficiency of the intra year organization of the training process was determined by identification and the analysis of shifts in the condition of athletes by tests and dynamics of sports results. Among the stage by stage methods of complex testing measurements of force of separate muscle groups, telemetric filing of the CCR, determination*

of the MPK level, 12-minute run, definition of time of overcoming a 10-kilometer distance on roller skis were used. Dynamics of test indexes demonstrates that different volume of power training differently influences development of power opportunities of athletes. The greatest 4,5% increase in the force of muscles on average was observed when power training took 30% of the common time spent on the training process during a year while roller skis (10 km) showed a 3% increase.

Conclusion. The set of the obtained data allows to draw a conclusion that a second type distribution of time for power training in the structure of a year cycle promoted the achievement of a high level of power readiness in a snowless season and to smaller decrease in force of the basic muscle groups in the competitive period, as well as improvement of sports results.

Key words: educational and training process, physical qualities, force, endurance, ski course.

Повышению скорости передвижения на лыжах способствует развитие силы мышечных групп, принимающих активное участие в выполнении основных рабочих движений лыжника-гонщика. В литературе по лыжному спорту неоднократно подчеркивалась необходимость развития силовых качеств в процессе круглогодичной тренировки (В.Н. Манжосов, 2001; Т.И. Раменская, 2002; И.Г. Огольцов, 1991; С.Г. Сорокин, 2004). Однако в исследованиях указанных авторов предпочтение отдается классическому лыжному ходу, а как известно, все больше спортивных соревнований проводится коньковым ходом и все больше лыжников-гонщиков, проходят соревновательные дистанции данным способом передвижения. Поэтому в физической подготовке, в связи с изменением техники лыжного хода, происходит перераспределение приоритетов в развитии физических качеств (быстроты, силы, выносливости, ловкости). Явно повышается значимость такого физического качества, как сила.

Цель статьи – определить удельный вес занятий силовой подготовкой, взаимосвязи силы с другими физическими качествами и спортивными результатами лыжника-гонщика [1].

Материал и методы. Методом педагогического эксперимента нами проведено исследование различных вариантов распределения занятий, направленных на развитие силы и выносливости в процессе многолетней тренировки. Так, в структуре двухлетнего цикла были апробированы два варианта соотношения времени этих занятий: в 2014–2015 гг. – 20 и 80%, в 2015–2016 гг. – 30 и 70%.

В опытной группе, в которую входили двенадцать спортсменов учреждения образования «Витебское училище олимпийского резерва» группы заслуженного тренера Республики Беларусь Александра Викторовича Солоненко, мастеров спорта и перворазрядников, занятия проводились по единому плану и имели одинаковые общие параметры тренировочных нагрузок. Эффективность внутригодичной организации тренировочного процесса определялась путем выявления и анализа сдвигов в состоянии тренированности спортсменов по тестам в динамике спортивных результатов. В числе методов комплексного тестирования по этапам были использованы замеры силы отдельных мышечных групп (разгибатели голени, бедра, плеча), принимающих активное участие в выполнении ведущих рабочих движений лыжника-гонщика, телеметрическая регистрация ЧСС, определение уровня максимального потребления кислорода в тесте на ступенчатую нагрузку на велоэргометре, 12-минутный бег (тест Купера), выявление времени преодоления 10-километровой дистанции на лыжероллерах.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1–4 показана динамика общего объема тренировочной нагрузки по месяцам и периодам годового цикла 2015–2016 гг. Как видно из табл. 1, на I этапе (весенне-летнем) подготовительного периода средства общей подготовки использовались несколько шире, чем специальной. Их соотношение составило 54 и 46% от общего времени, затраченного на тренировочный процесс. Начиная с мая, спортсмены занимались силовой подготовкой. Основными средствами общей силовой подготовки были упражнения с резиновыми амортизаторами, гантелями, штангой небольшого веса. Из дополнительных средств включались силовые упражнения статического характера общего и локального воздействия на мышцы туловища, брюшного пресса, нижних и верхних конечностей. В качестве основных тренировочных средств специальной силовой подготовки применялись бег в гору, шаговая имитация, прыжковые упражнения, передвижения на лыжероллерах в гору одновременными ходами и др. [2].

Все упражнения, как с отягощениями, так и без них, выполнялись до отказа, что одновременно развивало силу и силовую выносливость. На I этапе подготовительного периода общая и специальная силовая подготовка занимала соответственно 60 и 40% времени, отводимого на развитие силовых возможностей.

На II этапе (летне-осеннем) подготовительного периода (табл. 2) постепенно возрастал объем тренировочных нагрузок, направленных на развитие специальной тренированности лыжников-гонщиков. С середины октября на учебно-тренировочном сборе в Мурманской области России к средствам тренировки подключали передвижение на лыжах. Соотношение средств общей и специальной подготовки на II этапе подготовительного периода составило 42 и 58%.

Объем тренировочной нагрузки на I этапе подготовительного периода

Параметры тренировочного процесса	Май	Июнь	Июль	Всего
Количество тренировочных дней	20	23	24	67
Количество тренировок	30	32	35	97
Количество часов	90	100	110	300
Бег (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	40	30	30	100
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	100	110	110	320
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	–	10	20	30
Всего	140	150	160	450
Передвижение на лыжероллерах (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	60	80	80	220
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	160	190	210	560
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	10	40	60	110
Всего	230	310	350	890
Имитация (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	10	10	10	30
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	15	25	30	70
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	15	20	20	55
Всего	40	55	60	155
Объем циклической нагрузки, км	410	515	570	1495
Спортивные игры, час	6	5	5	16
Упражнения силовой подготовки (час)				
– общей;	15	18	21	54
– специальной	10	12	15	37
Упражнения на гибкость и координацию, час	5	6	6	17
Количество стартов	2	2	2	6

В этот период увеличивалось и время, затрачиваемое на специальную силовую подготовку. Для развития общей силовой подготовленности было отведено 45%, специальной – 55% общего времени, затраченного на силовую подготовку. Если в начале подготовительного периода в развитии силовых качеств акцент делался на объем выполняемой работы, то со II этапа начинала повышаться интенсивность выполнения упражнений.

На III этапе (осенне-зимнем) подготовительного периода (табл. 3) объем тренировочных нагрузок, направленных на повышение общей подготовленности лыжников-гонщиков, продолжил уменьшаться. Основным тренировочным средством явилось передвижение на лыжах. Общая подготовка составила 35%, а специальная – 65% общего времени, затрачиваемого на тренировочный процесс. На III этапе подготовительного периода 37% времени было затрачено на общую и 63% на специальную силовую подготовку от времени, отводимого на развитие силовых возможностей.

Объем тренировочной нагрузки на II этапе подготовительного периода

Параметры тренировочного процесса	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего
Количество тренировочных дней	25	25	23	73
Количество тренировок	35	37	35	107
Количество часов	110	120	100	330
Бег (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	30	30	30	90
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	120	130	100	350
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	30	40	20	90
Всего	180	200	150	530
Передвижение на лыжероллерах (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	100	100	80	280
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	250	270	120	640
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	80	90	50	220
Всего	430	460	250	1140
Имитация (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	10	10	–	20
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	45	30	15	90
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	25	25	15	65
Всего	80	65	30	175
Передвижение на лыжах (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	–	–	130	130
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	–	–	190	190
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	–	–	50	50
Всего	–	–	370	370
Объем циклической нагрузки, км	690	725	800	2215
Спортивные игры, час	5	4	–	9
Упражнения силовой подготовки (час)				
– общей;	17	16	15	48
– специальной	18	20	21	59
Упражнения на гибкость и координацию, час	6	7	6	19
Количество стартов	3	3	3	9

Объем тренировочной нагрузки на III этапе подготовительного периода			
Параметры тренировочного процесса	Ноябрь	Декабрь	Всего
Количество тренировочных дней	25	25	50
Количество тренировок	37	35	72
Количество часов	120	110	230
Бег (км)			
– слабой интенсивности, 130–150 уд/мин; ЧСС	20	20	40
– средней интенсивности, 150–180 уд/мин; ЧСС	90	70	160
– сильной интенсивности, >180 уд/мин. ЧСС	–	–	–
Всего	110	90	200
Передвижение на лыжах (км)			
– слабой интенсивности, 130–150 уд/мин; ЧСС	210	210	420
– средней интенсивности, 150–180 уд/мин; ЧСС	440	320	760
– сильной интенсивности, >180 уд/мин. ЧСС	180	200	380
Всего	830	730	1560
Объем циклической нагрузки, км	940	820	1760
Упражнения силовой подготовки (час)			
– общей;	13	13	26
– специальной	23	21	44
Упражнения на гибкость и координацию, час	7	6	13
Количество стартов	3	7	10

На II и III этапах использовались средства только динамического характера, близкие по структуре к передвижению на лыжах, – прыжковая имитация, передвижение на лыжероллерах, передвижение на лыжах по глубокому снегу, в гору, передвижение на лыжах с использованием одновременных ходов и др. Средства силовой подготовки в недельном цикле применялись 3–4 раза. Для общей силовой подготовки на III этапе подготовительного периода время в основном отводилось в утренней зарядке.

В соревновательном периоде (табл. 4) основным тренировочным средством оставалось передвижение на лыжах. Бег применялся только в утренней зарядке и во время разминки. Соотношение средств общей и специальной подготовки составило 30 и 70%.

На этом этапе ставилась задача не столько увеличить силу, сколько не допустить значительного реадaptационного ее снижения. Спортсмены затратили на общую силовую подготовку 45%, а на специальную – 55% от времени, отведенного на развитие силовых возможностей.

В переходном периоде, приходящемся на вторую половину апреля, спортсмены вновь перешли на средства общей подготовки (спортивные игры, бег слабой и средней интенсивности и др.) [3].

Динамика тестовых показателей свидетельствует, что различный объем силовой подготовки по-разному влияет на развитие силовых возможностей спортсменов. Наибольший прирост силы мышц, в среднем на 4,5% (разгибателей голени, разгибателей бедра, разгибателей плеча), наблюдался в период, когда на силовую подготовку отводилось 30% от общего времени, затраченного на тренировочный процесс за год. Ежегодно тестовые показатели улучшались: время передвижения (10 км) на лыжероллерах – на 3%, километраж бега за 12 минут – на 1,2%, уровень максимального потребления кислорода на ступенчатую нагрузку на велоэргометре – на 17%.

Объем тренировочной нагрузки в соревновательном периоде

Параметры тренировочного процесса	Январь	Февраль	Март	Всего
Количество тренировочных дней	24	23	23	70
Количество тренировок	32	32	32	96
Количество часов	110	110	110	330
Бег (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	20	20	20	60
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	70	70	70	210
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	–	–	–	–
Всего	90	90	90	270
Передвижение на лыжах (км)				
– слабой интенсивности, ЧСС 130–150 уд/мин;	150	100	100	350
– средней интенсивности, ЧСС 150–180 уд/мин;	260	220	220	700
– сильной интенсивности, ЧСС >180 уд/мин.	240	240	240	720
Всего	650	560	560	1770
Объем циклической нагрузки (км)	740	650	650	2040
Упражнения силовой подготовки (час)				
– общей;	12	12	12	36
– специальной	19	16	16	51
Упражнения на гибкость и координацию, час	6	5	5	16
Количество стартов	8	9	8	25

Это свидетельствовало о том, что рост силовых возможностей происходил не в ущерб развитию выносливости. Наибольший прирост МПК (на 7,1%) произошел при втором варианте распределения времени занятий. Учитывая, что из года в год в структуре многолетней подготовки менялось только соотношение времени, отводимого на занятия силовой подготовкой и развитие выносливости, а время, затрачиваемое на остальные виды подготовки, практически не изменялось, можно полагать, что положительный эффект в тренированности был достигнут именно за счет рационального распределения времени занятий, направленных на развитие этих качеств.

В структуре годичного цикла тренировки уровень силы мышц изменяется волнообразно, достигая максимума на II этапе подготовительного периода, то есть когда в большом объеме используются средства общей и специальной силовой подготовки. Прирост силы мышц в среднем на группу лыжников-гонщиков составил: разгибателей голени – на 8,6% (5,8 кг), разгибателей бедра – на 4,8% (5,7 кг), разгибателей плеча – на 4,6% (5,4 кг). На III этапе подготовительного периода отмечается некоторое снижение уровня силовых показателей. По-видимому, это связано с переходом на специальные средства подготовки: спортсмены выполняют большой объем работы на лыжах, их организм перестраивается на новый режим двигательной деятельности, связанной со специфическими условиями тренировки на снегу. В соревновательном периоде происходит дальнейшее снижение уровня силовых показателей.

Однако, как показали исследования, на уровень силы мышц в соревновательном периоде влияет общий объем времени, отводимого на силовую подготовку. Так, в 2014–2015 гг., когда на силовую подготовку было затрачено только 20% времени, отводимого на тренировочный процесс за год, снижение силы мышц в соревновательном периоде составило: разгибателей голени – 10% (6,5 кг), разгибателей бедра – 5,4% (6,3 кг), разгибателей плеча – 4,8% (5,5 кг). В 2015–2016 гг. на силовую подготовку было затрачено 30% времени

и снижение уровня силы мышц в соревновательном периоде составило: разгибателей голени – 5,7% (4,2 кг), разгибателей бедра – 2,9% (3,6 кг), разгибателей плеча – 4,2% (5 кг). В соревновательном периоде 2015–2016 гг. по сравнению с 2014–2015 гг. уровень силы мышечных групп снизился на 2,5%.

Заключение. Совокупность полученных данных позволяет сделать вывод, что рост силовых показателей и характер их динамики в структуре годового цикла полностью зависят от объема используемых средств силовой подготовки. Распределение времени, отводимого на силовую подготовку в структуре годового цикла по второму варианту (общее количество времени, затраченного на тренировочный процесс составило 1275 часов, из них на силовую подготовку – 317 часов, соотношение 30% и 70%), способствовало достижению высокого уровня силовой подготовленности в бесснежное время года и снижению силы основных мышечных групп в соревновательном периоде [4].

Рациональная структура тренировочных нагрузок, указанное соотношение времени, отводимого на занятия на силу и выносливость, способствовали повышению уровня тренированности. Об этом свидетельствовал рост спортивных достижений лыжников-гонщиков. Между объемами тренировочной нагрузки и спортивными результатами обнаружилась высокая статистическая связь, подтверждающая, что изменение нагрузок шло адекватно подготовленности лыжников-гонщиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манжосов, В.Н. Совершенствование методики тренировки лыжников-гонщиков / В.Н. Манжосов, В.П. Маркин. – М.: ФиС, 2001. – 72 с.
2. Раменская, Т.И. Специальная подготовка лыжника: учебник для ин-тов физ. культуры / Т.И. Раменская. – М.: Спорт Академ Пресс, 2002. – 174 с.
3. Матвеев, Л.П. Проблема периодизации спортивной тренировки / Л.П. Матвеев. – М.: ФиС, 1987. – 244 с.
4. Огольцов, И.Г. Тренировка лыжника-гонщика / И.Г. Огольцов. – М.: ФиС, 1991. – 215 с.

REFERENCES

1. Manzhosov V.N., Markin V.P. *Sovershenstvovaniye metodiki trenirovki lyzhnikov-gonshchikov* [Improving the Methods of Training Skiers-Racers], M., FIS, 2001, 72 p.
2. Ramenskaya T.I. *Spetsialnaya podgotovka lyzhnika: uchebnik dlia in-tov fiz. kulturi* [Special Training of the Skier: Textbook for Institutes of Physical Training], M., Sport Akadem Press, 2002, 174 p.
3. Matveyev L.P. *Problema periodizatsii sportivnoi trenirovki* [Problem of Periodization of Sports Training], M., FIS, 1987, 244 p.
4. Ogoltsov I.G. *Trenirovka lyzhnika-gonshchika* [Skier-Racer Training], M., FIS, 1991, 215 p.

Поступила в редакцию 13.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: kfvis@vsu.by – Станский Н.Т.

Организация внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине «Биологическая физика» с использованием системы управления обучением Moodle

И.А. Голенова, Г.Г. Синьков

Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

В статье описывается опыт организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине «Биологическая физика» с использованием системы управления обучением Moodle. Новые инновационные возможности электронного обучения позволяют повысить эффективность подготовки студентов к лабораторным и практическим занятиям, оказывают положительное влияние на формирование профессиональных компетенций, обеспечивают преемственность в обучении.

Цель – рассмотреть преимущества организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов посредством использования ЭУМК «Биологическая физика», разработанного в системе Moodle.

Материал и методы. Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения ЭУМК по дисциплине «Биологическая физика» проводились в процессе обучения студентов первого курса фармацевтического факультета УО «ВГМУ» с 2014 по 2016 г. В исследовании приняли участие 340 студентов. В работе использовалась совокупность теоретических и эмпирических методов: теоретический анализ и синтез эмпирических данных, анкетирование, интервьюирование, обобщение педагогического опыта, статистические и математические методы, педагогический эксперимент.

Результаты и их обсуждение. Авторами рассмотрены вопросы, связанные с разработкой и внедрением в учебный процесс модернизированного ЭУМК «Биологическая физика». Акцентировано внимание на обеспечении совместимости данного комплекса не только с персональными компьютерами, но и с мобильными устройствами. Исследованы новые функциональные возможности повышения эффективности изучения биологической физики посредством интенсификации внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Описаны результаты педагогического эксперимента, свидетельствующие о том, что использование Moodle в учебном процессе позволяет продуктивно организовать самостоятельную работу студентов, способствует формированию компетенций, т.е. удовлетворяет требованиям современного образовательного стандарта, обеспечивает возможность создания индивидуальных образовательных траекторий, повышает эффективность учебного процесса.

Заключение. ЭУМК «Биологическая физика», разработанный с использованием системы управления обучением Moodle, позволяет эффективно организовать внеаудиторную самостоятельную работу студентов и повысить уровень их подготовки.

Ключевые слова: электронный учебно-методический комплекс, система управления обучением Moodle, самостоятельная внеаудиторная работа студентов, биологическая физика.

Setting Up Extracurricular Independent Student Work on the Discipline of Biological Physics with the Application of Moodle Teaching Management System

I.A. Golenova, G.G. Sinkov

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

The experience of setting up extracurricular independent student work on the discipline of Biological Physics with the application of Moodle Teaching Management System is described in the article. New innovation opportunities of computer teaching make it possible to increase the efficiency of student training in laboratory and practical classes, favorably influence shaping professional competences, provide continuity in teaching.

The purpose of the article is to consider advantages of setting up extracurricular independent student work with the application of computer academic complex of Biological Physics which is worked out in Moodle system.

Material and methods. *Testing and analytical and experimental studies of the computer academic complex of Biological Physics introduction results were done in the process of teaching first year Pharmacy students of Vitebsk State Medical University from 2014 to 2016. 340 students participated in the research. A combination of theoretical and empiric study methods were used in the research: theoretical analysis and synthesis of empiric data, questionnaires, interviews, teaching experience generalization, statistic and mathematical methods, pedagogical experiment.*

Findings and their discussion. *Issues of the development and introduction of the modernized computer academic complex of Biological Physics into the academic process are considered in the article. Attention is drawn to the provision of compatibility of this complex not only with personal computers but also with mobile devices. New functional possibilities for the improvement of the efficiency of studying Biological Physics through intensification of extracurricular independent student work are described. Findings of a pedagogical experiment, which testify to the fact that application of Moodle in the academic process makes it possible to efficiently set up student independent work and facilitates shaping competencies, i.e. satisfies the requirements of the contemporary educational standard, provides the creation of individual academic trajectories, improves the efficiency of the academic process, are described.*

Conclusion. *The computer academic complex of Biological Physics, which is worked out with the application of Moodle Teaching Management System, makes it possible to efficiently set up extracurricular independent student work and improve the level of their training.*

Key words: *Computer Teaching Management Complex, Moodle Teaching Management System, independent extracurricular student work, Biological Physics.*

Современная биологическая физика является фундаментальной теоретической дисциплиной, содержащей систематизированные и новейшие научные знания и методики, необходимые для изучения физических свойств и явлений в организме человека и отдельных его органах, тканях, клетках, а также физико-химических основ процессов жизнедеятельности. Биофизика базируется на огромном фактическом материале биологии, химии, молекулярных механизмах функционирования клеток, архитектоники тканей и органов. При ее изучении важно, во-первых, добиться соответствия содержания дисциплины «Биологическая физика» современному уровню науки, наполнив новейшими научными данными по механике, молекулярной физике, электричеству и магнетизму, оптике, физике атомов и молекул, ядерной физике и биофизике клетки, а также современными методами диагностики и лечения; во-вторых, обеспечить востребованность полученных знаний не только на клинических и фармацевтических кафедрах, но и в дальнейшей профессиональной деятельности, что непосредственно связано с формированием профессиональных компетенций выпускников.

Решение проблемы формирования профессиональных компетенций будущих провизоров в процессе высшего медицинского образования наталкивается на невысокую востребованность фундаментальных знаний. Одна из причин этого явления – низкий уровень «остаточных» фундаментальных знаний студентов, сохранившихся по окончании периода обучения в медицинском университете. В этой связи методология имплантации теории в клинические дисциплины должна стать «генетической матрицей» формирования профессиональных компетенций провизора на системном уровне обобщения фундаментальных знаний [1].

Для реализации такого подхода необходимо обеспечить возможность переноса студентами знаний и умений из одной дисциплины в другую, что позволило бы обучающимся лучше понимать суть процессов и явлений, происходящих в организме человека; новейших физических открытий и перспектив их использования в дальнейшей профессиональной деятельности; принципов работы и правил пользования приборами, применяемыми в фармации; методов качественного и количественного анализа.

Как показала практика преподавания, при подготовке к практическим занятиям большая часть времени студентов (до 80%) расходуется на запоминание «кусков» текста, терминов, схем и рисунков, представленных в лекции, учебнике и дополнительной литературе. Результатом подобной подготовки является лишь освоение учебных целей на уровне знания и понимания. Как следствие, достижение последующих уровней в когнитивной области (применение, анализ, синтез и критическая оценка) оказывается крайне затруднительным. Однако теоретические знания в медицине и фармации постоянно совершенствуются, что диктует необходимость постоянной модернизации высшего медицинского образования.

Отражением важности данной модернизации является «Сицилийская декларация по вопросам научно обоснованной практики», согласно которой «специалисты здравоохранения должны уметь добывать новые знания, оценивать, обобщать и применять их, приспосабливаясь к меняющимся условиям в процессе осуществления своей профессиональной деятельности. Все специалисты здравоохранения должны понимать принципы научно обоснованной практики, уметь видеть ее в практической деятельности, внедрять научно обоснованные принципы в здравоохранение и критически относиться к своей деятельности и к научной информации» [2, с. 14].

Одним из направлений поиска новых возможностей для повышения эффективности учебного процесса стало исследование вопросов организации и методического обеспечения самостоятельной работы студентов. Исходным мотивом явилось понимание того, что если удастся повысить эффективность самостоятельной работы студентов, то в учебное время на практических занятиях станет возможным перенести акценты на упомянутые выше нереализуемые уровни когнитивной деятельности, необходимые для формирования профессиональных компетенций выпускников.

Таким образом, скрытый резерв повышения эффективности изучения фундаментальных дисциплин, в том числе и биологической физики, мы видим во *внеаудиторной самостоятельной работе* студентов на этапе подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

Многочисленными авторами (С.С. Ануфрик, Е.Н. Балыкина, В.С. Вакульчик, Е.А. Гриневиц, З.С. Кунцевич и др.) неоднократно предпринимались попытки усовершенствовать организацию самостоятельной работы студентов, в том числе и путем использования современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [3–5]. Применение ИКТ в образовании вызывает значительные изменения в организации процесса обучения, его методах и формах.

В УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» на кафедре медицинской и биологической физики в настоящее время получила широкое распространение такая форма обучения, как *blended-learning* (смешанное обучение), в рамках которой сочетаются традиционное (аудиторное) и виртуальное обучение на основе системы управления обучением Moodle.

Популярность системы Moodle обусловлена тем, что она изначально разрабатывалась непосредственно как инструментальный расширения возможностей преподавания. К достоинствам Moodle относится также то, что ее функционал основан на классических технологиях веб-программирования (HTML, PHP, MYSQL) и данная система управления бесплатно распространяется вместе со своим исходным кодом на правах лицензии GNU GPL [6]. На основе Moodle в УО «ВГМУ» в 2011 году разработана *система дистанционного обучения (СДО)*, которая используется как оболочка для создания электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) по дисциплинам, а также и для организации самостоятельной работы студентов. На сегодняшний день все кафедры университета применяют СДО ВГМУ для создания ЭУМК по всем преподаваемым дисциплинам.

Цель статьи – рассмотреть преимущества организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов посредством использования ЭУМК «Биологическая физика», разработанного в системе Moodle.

Материал и методы. Апробация и аналитико-экспериментальные исследования результатов внедрения ЭУМК по дисциплине «Биологическая физика» проводились в процессе обучения студентов первого курса фармацевтического факультета УО «ВГМУ» с 2014 по 2016 г. В исследовании приняли участие 340 студентов. В работе использовалась совокупность теоретических и эмпирических методов: теоретический анализ и синтез эмпирических данных, анкетирование, интервьюирование, обобщение педагогического опыта, статистические и математические методы, педагогический эксперимент.

Результаты и их обсуждение. Как было отмечено ранее, повышение эффективности изучения биологической физики мы видим в *интенсификации внеаудиторной самостоятельной работы* студентов посредством внедрения ЭУМК, разработанного в СДО ВГМУ на основе системы управления обучением Moodle [7].

Первоначально ЭУМК по дисциплине «Биологическая физика» представлял собой полный электронный аналог печатного учебно-методического комплекса, однако со временем стало очевидно, что такой статичный ресурс не может в полной мере соответствовать требованиям учебного процесса в современных условиях. Многие зарубежные эксперты в области электронного обучения выражают мнение, что будущее электронного обучения – это мобильные устройства, а следовательно, и веб-форматы учебных материалов [8]. Поэтому при сопровождении курса «Биологическая физика» было решено сделать акцент на *обеспечении его совместимости* не только с персональными компьютерами, но и с *мобильными устройствами* без создания отдельной версии ЭУМК. О правильности данного выбора свидетельствует тот факт, что более 50% визитов в СДО ВГМУ осуществляется со смартфонов и планшетов.

В 2014 году началась разработка расширенной версии курса – на основе статичных учебных материалов создавались интерактивные элементы курса. Так, лекционные материалы мы организовали в виде учебных модулей на основе элемента курса «Лекция», что позволило преподнести учебный материал нелинейно. Современные, *интерактивные лекции* представляют собой совокупность веб-страниц с теоретическим материалом, в которые могут быть внедрены все виды мультимедиа, и веб-страниц с контрольными вопросами различных типов («множественный выбор» с одним или несколькими верными ответами, «ответ в виде текста», «ответ в виде числа», «на соответствие») [9]. Использование таких интерактивных лекций позволило повысить интерес и общую мотивацию благодаря новым формам работы, активизации и индивидуализации обучения.

В рамках дисциплины «Биологическая физика» огромное значение имеет элемент наглядности, поэтому наиболее трудные для понимания фрагменты темы мы представили в виде *слайд-видеолекций* и *учебных видеофильмов* (рис. 1). Слайд-видеолекция – учебный материал в виде слайдов с речевым сопровождением преподавателя, автора лекций. Специально подготовленные анимированные слайды дают более полное представление об изучаемом процессе или явлении. Под руководством преподавателей студентами был создан ряд учебных видеофильмов по лабораторным работам курса биологической физики, которые были загружены на созданный нами учебный канал на сервисе Youtube и размещены в ресурсах «Страница».

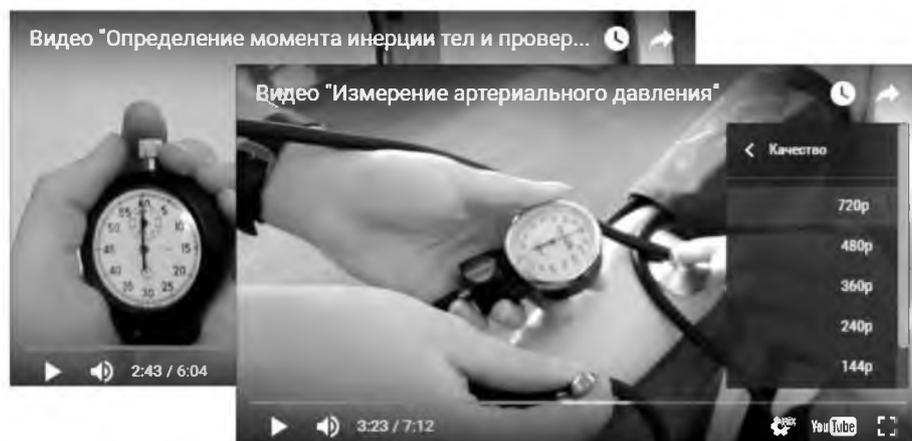


Рис. 1. Фрагменты учебных видеофильмов с канала кафедры на Youtube.

При подготовке слайд-видеолекций и учебных видеофильмов были учтены сформулированные в современной литературе методические принципы [10]:

- системности изложения учебного материала;
- взаимосвязи с фундаментальными учебниками и методическими пособиями;
- тематического структурирования учебного материала по содержанию;
- последовательности представления учебного материала в пределах всего курса;
- содержательности и ограниченности информации на каждом отдельном слайде (т.е. на экране студент видит только ту информацию, о которой идет речь в данный момент);
- взаимного содержательного дополнения звукового сопровождения и видеоряда;
- единства дизайна.

Практика применения слайд-видеолекций и учебных видеофильмов показала, что для обучающихся они служат основными или дополнительными учебными материалами в случае пропуска занятия по различным причинам, помогают усваивать учебную информацию студентам с разным уровнем подготовки, а также «освежить» перед сессиями пройденный в течение семестра материал.

Следующий этап модернизации ЭУМК «Биологическая физика» заключался в том, что на основе загруженных в курс презентаций MS PowerPoint при помощи программы Ispring Suite были разработаны их мобильные версии в формате HTML5. Это позволило просматривать такую презентацию с поддержкой большинства возможностей демонстрации PowerPoint как на стационарных компьютерах, так и на мобильных устройствах (рис. 2).

Вышеуказанные ресурсы оказались востребованными у студентов, но за счет существенного объема стал актуален вопрос о возможности офлайн просмотра ресурсов на мобильных устройствах в целях экономии трафика. Этот функционал был обеспечен за счет использования бесплатного официального приложения «Ispring play» для мобильных операционных систем Android и IOS.

Контролирующий блок в ЭУМК «Биологическая физика» был основан как на самоконтроле обучающихся (решение тестовых заданий и задач), так и на контроле преподавателем выполнения индивидуальных заданий. При этом все тренировочные и контрольные тесты, а также задания для самоконтроля стали доступными для прохождения с мобильных устройств и планшетов. Контроль успеваемости обеспечил достижение трех основных задач: сформированности знаний и умений; корректировки как выявленных пробелов в знаниях студентов, так и устранения недостатков в методике преподавания и организации внеаудиторной самостоятельной работы студентов; поощрения студентов к систематической работе вследствие формирования рейтинга успеваемости.



Рис. 2. Фрагменты «мобильных» презентаций в формате HTML5.

Мониторинг работы студентов в ЭУМК «Биологическая физика» ведется преподавателем непрерывно как по отдельным элементам, так и на уровне всего курса. Так, элемент курса «Тест» предоставляет широкие возможности накопления и анализа статистики работы студентов. Каждая попытка прохождения теста студентом сохраняется и доступна преподавателю вместе с ее параметрами – временем начала и завершения, продолжительностью, данными ответов, результатами в процентах и баллах и др. Более 10 автоматически рассчитываемых статистических показателей (средняя оценка, медиана, стандартное отклонение и т.д.) помогают эффективно анализировать общие результаты тестирования и совершенствовать сам тестовый модуль. Статистические показатели «индекс легкости», «эффективный вес», «индекс дискриминации» и др. находятся для каждого вопроса, что позволяет оценивать его качество и совершенствовать тест.

Контроль прохождения элементов курса (изучения лекций, выполнения тестовых заданий и заданий для самоконтроля) в ЭУМК «Биологическая физика» стимулирует самостоятельную работу и рефлексию студента и обеспечивается за счет задания преподавателем необходимости маркирования элемента курса как «завершенного» (реализуется на основе модуля «Activity completion»). Преподаватель может разрешить студенту отметить элемент как завершенный самостоятельно (например, после прочтения методических указаний) или потребовать для этого выполнения условия (например, написать тест не менее чем на 70%).

Условный доступ к ресурсам и элементам курса позволил повысить эффективность процесса обучения за счет расширения возможностей его планирования. Настройки ограничения доступа активируются на уровне всего сайта и это помогает разрешить (запретить) доступ к ресурсу или элементу курса:

- до или после указанной даты;
- при получении оценки выше определенного уровня по предшествующему интерактивному элементу;
- студентам из определенной группы;
- через официальное мобильное приложение Moodle;
- в зависимости от заполнения данных в профиле пользователя;
- на основе комбинации всех вышеперечисленных ограничений.

Перечень основных терминов и определений, разработанный в традиционном текстовом виде, был преобразован в элемент курса «Глоссарий». Такой глоссарий обеспечивает выделение соответствующих понятий гиперссылкой с возможностью вывода всплывающего окна с определением понятия при клике по нему мышкой.

Активное применение гиперссылок в ЭУМК «Биологическая физика» позволило реализовать интеграцию данного курса с внешними медико-биологическими и образовательными ресурсами. Экономия дискового пространства сервера СДО при загрузке большого количества файлов помогла осуществить их загрузку на облачный сервис Google Drive или его аналоги с последующим размещением ссылок на них в ЭУМК.

Использование в курсе биологической физики элементов обратной связи позволило интенсифицировать процесс обучения за счет взаимодействия не только студентов и преподавателей, но и самих студентов между собой. Применение элементов курса «Форум» и «Чат» помогло организовать обратную связь с преподавателем в асинхронном и синхронном режимах. В частности, элемент «Форум» используется студентами для обсуждения вопросов по наиболее сложным аспектам теоретического и практического учебного материала. Несомненным преимуществом стал тот факт, что сформулированные преподавателем ответы остаются доступными для студентов на протяжении всего периода обучения. Такой подход позволяет существенно экономить время, затрачиваемое на текущие консультации с преимущественно однотипными вопросами, как

преподавателю, так и студенту. Первоначально в курсе «Биологическая физика» предпочтение отдавалось асинхронному обучению, которое не предполагало регулярного непосредственного онлайн взаимодействия участников учебного процесса, тем самым снижалась нагрузка на преподавателя. В процессе асинхронного обучения в основном использовались такие ресурсы, как электронная почта, списки рассылки, электронные дискуссионные панели, вики-системы. В настоящее время параллельно с асинхронным режимом мы используем и синхронный. Элемент курса «Чат» применяется для организации обсуждений преимущественно организационного характера. Тексты всех чат-сессий также остаются доступны студентам.

Благодаря интеграции серверов видеоконференций с СДО стало возможным проводить «*видеовстречи*» между преподавателем и студентами непосредственно внутри курса на основе элементов «Видеоконференция BigBlueButton» и «OpenMeetings». Такая возможность была успешно протестирована и доказала свою перспективность в будущем.

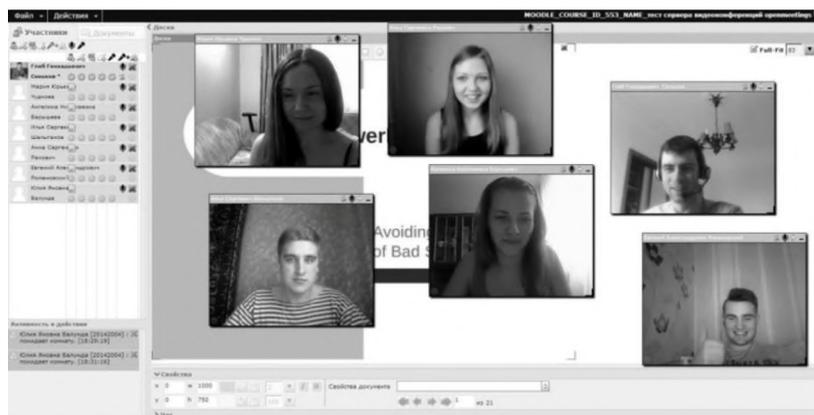


Рис. 3. Демонстрационная видеоконференция «OpenMeetings» в СДО ВГМУ.

Внедрение элемента курса «Опрос» позволило успешно организовать выбор тем для рефератов и студенческих научных работ онлайн с гибкой системой требований. Так, создав перечень тем для рефератов по биологической физике, мы установили лимит на выбор каждой темы студентами одной группы, что позволило добиться автоматического распределения рефератов без повторения. Традиционный процесс проверки рефератов был также модернизирован за счет использования элемента «Задание». Это, с одной стороны, позволило студентам сдавать работы в виде электронных документов, с другой – значительно упростило работу преподавателя, в частности, проверку заимствования материалов и выявление плагиата. Обратная связь со студентами была организована посредством написания отзыва и отправки комментария.

Благодаря внедрению в курс элемента «Анкетный опрос» стало возможным реализовать онлайн традиционные бумажные анкеты для студентов, например, по качеству и полноте материалов ЭУМК «Биологическая физика». Такие электронные анкеты мгновенно предоставляют полную статистику ответов, избавляя преподавателя от рутинной ручной обработки результатов.

Функция «Журнал событий» курса помогает при необходимости проанализировать работу каждого студента с любым модулем курса. СДО ВГМУ интегрирована с сервисом Google Maps, что позволяет также выводить примерное местонахождение пользователя в момент работы с сайтом.

«Отчет о деятельности» предоставляет преподавателю информацию о посещаемости всех элементов ЭУМК. Исследование этих показателей в совокупности позволяет выявлять как наиболее востребованные элементы курса, так и наименее эффективные из них, что дает возможность непрерывно совершенствовать ЭУМК.

Внедрение мотивационных элементов – значков и сертификатов, приобретаемых после выполнения студентами определенного задания в курсе, стимулирует интерес студентов к изучению дисциплины и позволяет формировать личное портфолио.

Анализ результатов внедрения и апробации модернизированного ЭУМК по дисциплине «Биологическая физика» показал, что, во-первых, изменилась структура временных затрат студентов на подготовку к лабораторным и практическим занятиям. Так, результаты анкетирования 340 студентов свидетельствуют, что при традиционных формах самостоятельной работы (работа с учебником, решение задач) 48,3% студентов готовятся к биологической физике более 4 часов, 39,6% – от 2 до 4 часов и только 12,1% студентов самостоятельно готовятся менее 2 часов. После внедрения модернизированного ЭУМК по дисциплине «Биологическая физика» эти цифры значительно изменились. Большинство студентов (74,7%) стали заниматься от 2 до 4 часов в процессе подготовки к лабораторным и практическим занятиям по биологической физике.

При этом студенты отметили возросшую осмысленность самостоятельной работы, появление мотивации к изучению учебного материала, повышение эффективности обучения благодаря оперативному решению возникающих вопросов в процессе консультирования.

Во-вторых, по результатам контроля *отмечается повышение качественной успеваемости*, отражающей эффективность внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Доля студентов, получивших итоговые отметки «4» или «5», уменьшилась на 13,6%, доля студентов, получивших отметки «6», «7», «8», повысилась на 36,4%, а отметки «9», «10» – на 2,3%. Это также свидетельствует о том, что использование ЭУМК при организации самостоятельной внеаудиторной работы студентов способствует формированию компетенций, т.е. удовлетворяет требованиям современного образовательного стандарта, обеспечивает возможность создания индивидуальных образовательных траекторий, повышает эффективность учебного процесса.

Как отмечают сами студенты, сочетание аудиторных занятий с внеаудиторными позволило им готовиться к занятиям в более комфортных условиях («можно выполнить задание в любое удобное время, в любом месте, как с домашнего компьютера, так и с мобильного устройства»), более ответственно относиться к выполнению учебной работы («большинство заданий нужно выполнять согласно утвержденному графику»), проявлять активность в приобретении новых знаний («интересно самому искать ответы и сравнить их с ответами сокурсников»), испытывать успех и удовольствие от работы и общения с сокурсниками («результат и оценка видны сразу», «можно поработать над ошибками самому или с друзьями»).

Заключение. Таким образом, использование ЭУМК по дисциплине «Биологическая физика», разработанного в системе управления обучением Moodle, способствует повышению эффективности внеаудиторной самостоятельной работы студентов на этапе подготовки к лабораторным и практическим занятиям, оказывает положительное влияние на формирование профессиональных компетенций, обеспечивает благоприятные условия для осуществления преемственности при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баринов, Э.Ф. Использование платформ электронного обучения для управления внеаудиторной самостоятельной работой студентов в медицинских университетах / Э.Ф. Баринов [и др.] // Непрерывное образование: XXI век. – 2015. – № 3. – С. 1–13.
2. Дейвс, М. Сицилийская декларация по вопросам доказательной медицины / М. Дейвс [и др.] // Международный журнал медицинской практики. – 2005. – № 6. – С. 12–17.
3. Ануфрик, С.С. Способы организации управляемой самостоятельной работы студентов / С.С. Ануфрик, О.В. Яцевич // Вестн. Гродзен. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. Сер. 3, Філалогія. Педагагіка. Псіхалогія. – 2015. – № 2. – С. 60–64.
4. Балыкина, Е.Н. Дидактическая роль электронного учебного издания в организации самостоятельной работы студентов исторических специальностей / Е.Н. Балыкина // Высшая школа. – 2012. – № 5. – С. 64–68.
5. Гриневиц, Е.А. Дистанционное профессионально-ориентированное обучение как средство повышения эффективности подготовки студентов экономических специальностей в области компьютерных информационных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е.А. Гриневиц; Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка. – Минск, 2014. – 25 с.
6. Moodle – Open-source learning platform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moodle.org>. – Дата доступа: 13.11.2016.
7. Биологическая физика [Электронный ресурс] // Система дистанционного обучения ВГМУ. – Режим доступа: <http://do2.vsmu.by/course/view.php?id=335>. – Дата доступа: 13.11.2016.
8. Büchner, A. Moodle 3 Administration / A. Büchner // Third edition. – UK: Packt Publishing Ltd, 2016. – 197 p.
9. Голенова, И.А. Опыт использования виртуальной среды обучения Moodle при разработке электронных учебно-методических комплексов нового поколения / И.А. Голенова, Г.Г. Синьков // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2016. – № 3. – С. 65–73.
10. Томилин, А.К. Разработка и методика использования мультимедийных лекций / А.К. Томилин // Высшее образование сегодня. – 2014. – № 9. – С. 3–6.

REFERENCES

1. Barinov E.F. *Nepreryvnoye obrazovaniye: XXI vek* [Continuous Education: XXI Century], 2015, 3, pp. 1–13.
2. Deivs M. *Mezhdunarodni zhurnal meditsinskoi praktiki* [International Journal of Medical Practice], 2005, 6, pp. 12–17.
3. Anufrik S.S., Yatsevich O.V. *Vesnik Grodzenskaga dziazhaunaga universiteta imia Yanki Kupali. Ser. 3. Filalogiya. Pedagogika. Psichalogiya.* [Journal of Grodno State Yanka Kupala University. Ser. 3. Philology. Education. Psychology], 2015, 2, pp. 60–64.
4. Balykina E.N. *Vysheishaya shkola* [Higher School], 2012, 5, pp. 64–68.
5. Grinevich E.A. *Distantcionnoye professionalno-oriyentirovannoye obucheniyе kak sredstvo povysheniya effektivnosti podgotovki studentov ekonomicheskikh spetsialnostey v oblasti kopyuternikh informatsionnykh tekhnologii: avtoref. dis ... kand. ped. nauk* [Distant Professionally Targeted Teaching as a Way to Increase the Efficiency of Economics Students Training in the Field of Computer Information Technologies: PhD (Education) Dissertation Summary], Mn., BGPU im. M. Tanka, 2014, 25 p.
6. Moodle – Open-source learning platform Available at: <https://moodle.org>. (accessed 13.11.2016).
7. *Biologicheskaya fizika Sistema distantcionnogo obucheniya VGMU* [Biological Physics Distant Teaching System at Vitebsk Medical University], Available at: <http://do2.vsmu.by/course/view.php?id=335>. (accessed 13.11.2016).
8. Büchner, A. Moodle 3 Administration / A. Büchner // Third edition. – UK: Packt Publishing Ltd, 2016. – 197 p.
9. Golenova I.A., Sinkov G.G. *Vesnik Vitebskaga dziazhaunaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2016, 3, pp. 65–73.
10. Tomilin A.K. *Vyssheye obrazovaniye segodnya* [Higher Education Today], 2014, 9, pp. 3–6.

Поступила в редакцию 10.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: irina.golenova@yandex.ru – Голенова И.А.

Функциональное состояние студентов
факультета физической культуры и спорта
при выполнении дозированной физической нагрузки
во время теоретических занятий
по военной подготовке

Э.С. Питкевич, А.В. Медведев, Т.Ю. Крестьянинова

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

В статье представлены данные о функциональном состоянии студентов факультета физической культуры и спорта при выполнении дозированной физической нагрузки во время теоретических занятий по военной подготовке.

Цель работы – оценка функционального состояния и резервов организма студентов за время учебного процесса с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М».

Материал и методы. *Исследовано 28 юношей, студентов факультета физической культуры и спорта ВГУ имени П.М. Машерова, в возрасте 18–20 лет. Обследования проводились после основных учебных занятий, во время занятия по военной подготовке. В качестве стандартной нагрузки применяли пробу Мартине-Кушелевского.*

При этом был использован ПАК «Омега-М» с расшифровкой и оценкой всех параметров (обследования проведены при участии лаборанта Ю.А. Петровича). ПАК «Омега-М» предназначен для динамического контроля функционального и физического состояния организма.

Результаты и их обсуждение. *Исходное функциональное состояние студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военную специальность, по данным ПАК «Омега-М» находится в пределах оценки «хорошо» и соответствует нормальным значениям показателей вегетативной и центральной регуляции, функциональных резервов организма, хорошего психоэмоционального состояния и активности регуляторных систем.*

Обследование студентов непосредственно после выполнения дозированной нагрузки (20 приседаний за 30 с) показало статистически достоверное повышение показателей функционального состояния организма, что выражается в улучшении показателей адаптации организма, вегетативной регуляции, центральной регуляции, психоэмоционального состояния и общего интегрального показателя.

Показатели уровня и резервов энергетического обеспечения, анаболизма, резервов и уровня тренированности и управления во время выполнения пробы с нагрузкой также увеличиваются, что свидетельствует о незначительном повышении напряжения систем регуляции в данной группе обследованных в период занятия. Уровень катаболизма снижается во время дозированной нагрузки до $120,3 \pm 4,9$ у.е. и повышается в процессе восстановления до $131,4 \pm 5,2$ у.е. ($p \leq 0,05$). Восстановление показателей функционального состояния в течение 5 мин свидетельствует о своевременном включении механизмов адаптации.

Заключение. *Таким образом, анализ данных обследования студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военную специальность, в течение занятия свидетельствует: исходное функциональное состояние студентов соответствует оценке «хорошо», что говорит о нормальном состоянии регуляторных систем и отсутствии стрессорной нагрузки.*

Повышение показателей адаптации организма, вегетативной регуляции, центральной регуляции, психоэмоционального состояния и общего интегрального показателя после выполнения пробы с нагрузкой и нормализация показателей в процессе восстановления подтверждают включение механизмов адаптации к меняющейся обстановке в течение нескольких минут.

Студенты факультета физической культуры и спорта имеют хорошее функциональное состояние и уровень адаптации, что позволяет им получать дополнительную военную специальность без ущерба для здоровья.

Ключевые слова: *функциональное состояние, физическая работоспособность, дозированная физическая нагрузка, учебная нагрузка.*

Functional State of Physical Training and Sports Students Who Perform Dosed Physical Load at Theoretical Military Training Classes

E.S. Pitkevich, A.V. Medvedev, T.Yu. Krestyaninova

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

Data on the functional state of Physical Training and Sports students who perform dosed physical load at theoretical military training classes are presented in the article.

The purpose of the article is assessment of student functional state and body reserve in the academic process with the help of Omega-M program and apparatus complex.

Material and methods. *28 boys, Physical Training and Sports Faculty students of Vitebsk State University, aged 18–20, were examined. Examinations were done after basic academic classes, during Military Training classes. Martine-Kushelevski test was used as a standard load.*

Omega-M program and apparatus complex with decoding and assessment of all the parameters (laboratory assistant Yu.A. Petrovich participated in the examinations) was used. Omega-M program and apparatus complex is used for dynamic control of body functional and physical state.

Findings and their discussion. *Original functional state of Physical Training and Sports Faculty students, who do a Military Training course, according to Omega-M program and apparatus complex, is assessed as good and corresponds to normal parameters of vegetative and central regulation, functional body reserves, good psychoemotional state as well as active regulatory systems. Examination of students right after a dosed load (20 crouching per 30 sec.) indicated statistically valid increase in the parameters of the functional body state, which is expressed in the increase in the body adaptation parameters, vegetative regulation, central regulation, psychoemotional state as well as the general integral parameter. Parameters of the level and the reserves of energy supply, anabolism, the reserves and the level of training and management during a try with the load also increase, which indicates an insignificant increase in the tension of regulation systems in the group of the examined student during the class. The catabolism level reduces down to $120,3 \pm 4,9$ c.u. during the dosed load and increases up to $131,4 \pm 5,2$ c.u. ($p \leq 0,05$) in the process of rehabilitation. Restoration of the parameters of functional state in 5 minutes indicates starting the adaptation mechanisms.*

Conclusion. *Thus, analysis of the examination data of Faculty of Physical Training and Sports students, who do Military Training, during a class showed that the original functional state of students is assessed as good, which indicates the normal state of regulatory systems and absence of stress inducing load. Increase of the parameters of the body adaptation, vegetative regulation, central regulation, psychoemotional state, the general integral parameter after a try with the load as well as normalization of the parameters in the process of rehabilitation, indicate starting of the mechanisms of adaptation to the changing environment within a few minutes. Faculty of Physical Training and Sports students have good functional state and adaptation level, which makes it possible for them to do Military Training without any harm to health.*

Key words: *functional state, physical efficiency, dosed physical load, academic load.*

Получение дополнительной военно-учетной специальности, помимо основной, может сказываться на функциональном состоянии студентов. Занятия на военной кафедре требуют особого напряжения и могут вызвать состояние утомления и снижения работоспособности [1].

Для оценки функционального состояния и функциональных способностей сердечно-сосудистой системы используются функциональные пробы с физической нагрузкой. Пробы подразделяются на две основные группы: пробы на восстановление (или качественные) и пробы на усилие (или количественные). Во время проведения функциональных проб на восстановление учитывают изменения показателей после прекращения нагрузки. Эти пробы предложены давно, когда не было аппаратуры, позволяющей регистрировать многообразные физиологические показатели непосредственно во время выполнения нагрузки. Однако и сейчас они не потеряли своей практической ценности, поскольку: 1) дают возможность качественно оценить характер реакции (адаптации) на ту или иную нагрузку; 2) отражают скорость и эффективность восстановительных процессов; 3) для их выполнения не требуется какой-либо сложной аппаратуры и сама процедура отличается простотой. При проведении функциональных проб на восстановление используются стандартные физические нагрузки. В качестве стандартной нагрузки у нетренированных лиц чаще всего применяют пробу Мартине-Кушелевского (20 приседаний за 30 с) [2].

Цель работы – оценка функционального состояния и резервов организма студентов за время учебного процесса с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М».

Материал и методы. Исследовано 28 юношей, студентов факультета физической культуры и спорта ВГУ имени П.М. Машерова, в возрасте 18–20 лет. Обследования проводились после основных учебных занятий, во время занятия по военной подготовке во второй половине дня. В качестве стандартной нагрузки применяли пробу Мартине-Кушелевского. Стандартная методика проведения пробы предполагает следующее: у обследуемого перед

началом пробы определяют исходный уровень АД и ЧСС в положении сидя. Для этого накладывают манжету тонометра на левое плечо и через 1–1,5 мин (время, необходимое для исчезновения тактильного рефлекса, который возникает при наложении манжеты) измеряют АД и ЧСС. Затем, не снимая манжеты, исследуемому предлагают выполнить 20 приседаний за 30 с (во время приседания руки должны быть вытянуты вперед, а при выпрямлении опускаются вниз). После нагрузки исследуемый садится. На 1-й минуте восстановительного периода у него в течение первых 10 с регистрируют частоту пульса. На протяжении следующих 40 с первой минуты измеряют АД. В последние 10 с первой минуты и на протяжении второй и третьей минут восстановливаемого периода по десятисекундным интервалам времени опять подсчитывают частоту пульса до тех пор, пока он не вернется к исходному показателю, причем данная величина должна повториться 3 раза подряд. Рекомендуется подсчитывать частоту пульса не менее 2,5–3 минут, поскольку существует возможность возникновения «отрицательной фазы пульса» (то есть уменьшение его величины ниже от исходного уровня на 2–4 удара), что может быть результатом избыточного повышения тонуса парасимпатического отдела нервной системы или следствием вегетативной дисфункции. Если пульс не вернулся к исходному уровню на протяжении 3-х минут (то есть за период, который считается достаточным), восстановительный процесс следует считать неудовлетворительным и подсчитывать пульс дальше обычно не имеет смысла. После истечения 3 мин еще раз измеряют АД.

В нашем исследовании в качестве прибора для регистрации ЧСС и АД был использован ПАК «Омега-М» (обследования проведены при участии лаборанта Ю.А. Петровича). Использование ПАК «Омега-М» позволило дополнительно получить и оценить уровни готовности, анаболизма, катаболизма, энергетического обеспечения, тонус вегетативной нервной системы, вегетативную реактивность. Положительными качествами комплекса являются:

1. Чувствительность, специфичность, надежность.
2. Соответствие показателей международным стандартам оценки функционального состояния организма и физиологической интерпретации.
3. Объективность информации, идентичность регистрации при обследовании различных пациентов, что обеспечивается стандартными программами ПАК «Омега».
4. Визуализация получаемой информации и результатов анализа в процессе и при завершении исследования.
5. Сравнимость показателей различных лиц, возможность динамических наблюдений.

Особая ценность метода связана с выдачей интегральных характеристик состояния организма в текущий момент времени в процентном соотношении с абсолютным (100%) соответствием идеальному. Помимо традиционных показателей вариабельности сердечного ритма (BCP) система «Омега-М» характеризует состояние организма по следующим тестам: А – уровень адаптации организма, %; В – показатель вегетативной регуляции, %; С – показатель центральной регуляции, %; D – психоэмоциональное состояние, %; Н – интегральный показатель функционального состояния организма, %. Исследования автономной регуляции сердечного ритма подтверждают, что колебания статистических характеристик вариабельности сердечного ритма по времени раньше, чем другие функциональные показатели, сигнализируют о чрезмерности нагрузки, так как нервная и гуморальная регуляция кровообращения изменяются во времени раньше, чем выявляются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения [3]. Программа «Омега-М» производит автоматическую обработку данных ряда параметров BCP, формирует их графическое представление и выводит интегральный показатель Health состояния организма.

Для обработки результатов исследования использовалась программа Excel.

Результаты и их обсуждение. В табл. представлены данные обследования студентов во время выполнения дозированной нагрузки и в период раннего восстановления.

Перед началом выполнения дозированной нагрузки средний показатель частоты пульса у обследованных студентов составляет $68,6 \pm 8,4$ удара в минуту. Уровень физического состояния в соответствии с программой комплекса соответствует оценке «хорошо». Физическое состояние отражают показатели А, В, С, D, Н, выражаемые в процентах (от возможных 100%). Показатель А – уровень адаптации к физическим нагрузкам, исходно составлял $72,4 \pm 9,7\%$ и повысился после выполнения дозированной нагрузки до $84,07 \pm 9,36\%$ ($p \leq 0,05$). Уровень тренированности организма (или показатель вегетативной регуляции) – показатель В, составлял $87,5 \pm 12,1\%$ перед выполнением дозированной нагрузки, повысился до $95,84 \pm 19,84\%$, и в процессе восстановления снизился до исходного уровня ($p \leq 0,05$). Показатель С – уровень энергетического обеспечения (или показатель центральной регуляции), перед нагрузкой составлял $65,5 \pm 17,2\%$, повысился до $75,54 \pm 14,96\%$ после выполнения приседаний и вернулся к исходному уровню в ходе восстановления ($p \leq 0,05$). Аналогично изменялся показатель D, характеризующий психоэмоциональное состояние, от $65,4 \pm 11,0\%$ он возрос до $82,77 \pm 17,19\%$ и вернулся к исходному ($p \leq 0,05$). Показатель Health – интегральный показатель состояния, составил $72,7 \pm 13,6\%$ перед нагрузкой и $82,77 \pm 17,19\%$ сразу после нее, возвратившись к исходному в процессе восстановления ($p \leq 0,05$). Полученные результаты указывают, что студенты, выразившие желание, помимо основной квалификации, получить военно-учетную специальность, находятся в отличной физической (спортивной) форме и дополнительные учебные занятия на военной кафедре не оказывают отрицательного влияния на показатели, характеризующие данную специальность.

Показатели функционального состояния организма студентов
во время выполнения дозированной нагрузки (n = 28)

Показатели	M±m		
	В покое	После нагрузки	5 мин после нагрузки
1. Частота сердечных сокращений (ударов в мин)	68,6±8,4	70,36±7,9	71,32±7,00
2. А – уровень адаптации организма (%)	72,4±9,7	84,07±9,36*	70,57±7,63
3. В – показатель вегетативной регуляции (%)	87,5±12,1	95,84±19,84*	81,38±19,49
4. С – показатель центральной регуляции (%)	65,5±17,2	75,54±14,96*	64,98±12,91
5. D – психоэмоциональное состояние (%)	65,4±11,0	75,63±10,42*	67,31±11,44
6. Health – интегральный показатель состояния (%)	72,7±13,6	82,77±17,19*	71,06±17,44
7. Средний RR-интервал, мс	883,5±104,3	856,09±76,26	843,02±78,66
8. ИВР – индекс вегетативного равновесия, у.е.	98,4±8,6	61,05±9,32*	134,91±10,04
9. ВПР – вегетативный показатель ритма, у.е.	0,3±0,1	0,52±0,93	0,33±0,07
10. ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции, у.е.	32,4±0,4	26,55±0,14*	36,75±0,68
11. ИН – индекс напряженности, у.е.	59,7±6,2	36,96±5,48*	84,23±7,08*
12. I _k – значение коэффициента корреляции после первого сдвига	0,6±0,2	0,72±0,17	0,63±0,22
13. mO	28,1±2,1	59,43±2,00*	25,43±1,54
14. Амo – амплитуда моды, %	27,1±5,6	21,33±12,97	29,65±11,35
15. Мо – мода, мс	860,0±12,3	755,73±19,40*	825,71±19,42
16. dX – вариационный размах, мс	291,5±25,3	278,71±24,71	272,64±24,47
17. СКО – среднее квадратичное отклонение, мс	61,3±14,8	68,52±15,83	56,18±15,52
18. N СКО	135,5±10,8	248,68±13,31	104,69±10,55
19. В1 – уровень регуляции, %	87,5±12,1	92,28±13,41	81,38±20,91
20. В2 – резервы регуляции, %	68,9±14,9	91,89±23,19*	65,30±12,96
21. HRV index – триангулярный индекс	14,2±3,3	16,93±6,10	13,55±3,97
22. HRV index 40	71,7±3,8	115,38±6,68*	72,27±5,04
23. NN50 – количество пар соседних RR-интервалов < 50 мс	94,1±8,2	70,47±9,05*	76,82±8,09
24. pNN, 50%	32,3±2,1	41,85±2,05	36,29±1,55
25. SDDSD – стандартное отклонение разностей соседних RR-интервалов, мс	0,04±0,02	0,04±0,02	0,04±0,02
26. RMSSD – стандартное отклонение разностей RR-интервалов от их средней арифметической, мс	52,7±3,6	53,26±2,55	46,15±1,34
27. WN1_8	0,19±0,04	0,18±0,06	0,19±0,04
28. WN1_40	0,3±0,01	0,46±0,11	0,29±0,06

29. WN5_8	0,03±0,02	0,01±0,01	0,03±0,02
30. WN5_40	0,22±0,05	0,27±0,08	0,23±0,06
31. WAM5_8	0,2±0,01	0,29±0,11	0,22±0,06
32. WAM5_40	0,31±0,06	0,46±0,11	0,29±0,06
33. WAM10_8	0,20±0,05	0,24±0,08	0,19±0,05
34. WAM10_40	0,30±0,06	0,46±0,10	0,29±0,06
35. HF – высокие частоты, мс ²	1240,1±72,6	2193,10±75,11	885,58±64,63
36. LF – низкие частоты, мс ²	1095,7±75,0	1682,00±67,52	1250,15±58,73
37. LF/HF	1,88±0,06	1,43±0,51	2,65±0,54
38. Total – полный спектр частот	3550,0±68,5	3453,75±88,81	3232,17±72,88
39. C1 – уровень компенсации (%)	65,5±7,2	75,35±6,48	64,98±8,44
40. C2 – резервы компенсации (%)	69,8±7,8	78,91±7,92	70,10±6,49
41. Коды с нарушенной структурой, (%)	6,41±0,84	4,92±0,31	9,41±0,35
42. Коды с измененной структурой, (%)	49,56±2,77	39,30±2,85	48,32±2,48
43. Коды с нормальной структурой, (%)	44,03±3,10	44,79±6,97	42,28±3,66
44. Показатель анаболизма, у.е.	130,0±8,7	137,0±6,7	143,0±6,8*
45. Энергетический баланс	1,17±0,02	1,37±0,01*	1,26±0,02*
46. Показатель катаболизма, у.е.	127,2±5,01	120,3±4,9*	131,4±5,2*
47. Показатель Z	0,45±0,15	0,50±0,12	0,41±0,14
48. D1 – уровень управления (%)	65,4±5,0	75,63±7,19*	67,31±5,35
49. D2 – резервы управления (%)	63,1±8,0	17,19±5,89*	63,22±9,48

Примечание: * $p \leq 0,05$ по отношению показателей до кратковременной физической нагрузки.

Важными представляются изменения индекса вегетативного равновесия (ИВР). ИВР указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Увеличение ИВР указывает на превалирующее влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы. ИВР составил $98,4 \pm 8,6$ у.е. перед выполнением нагрузки, что соответствует норме, и понизился до $61,05 \pm 9,32$, по истечении 5 мин вернулся к начальному уровню.

Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) отражает соответствие между активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла, что свидетельствует о снижении влияния парасимпатического отдела на регуляцию деятельности сердца в период выполнения дозированной нагрузки с возвращением к исходному состоянию в процессе восстановления. Индекс напряженности (ИН), отражающий степень централизации управления сердечным ритмом и участие высших отделов ЦНС в регуляции приспособительной деятельности гемодинамики, снижается в процессе нагрузки и значительно возрастает в период восстановления. Анализ показателей variability сердечного ритма свидетельствует о равновесии симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы при обследовании до нагрузки. Это характеризуется нормальными показателями: M_0 – наиболее часто встречающийся интервал, который колеблется в пределах (700–900 мс), dX – вариационный размах (150–450 у.е.), индекс напряженности (10–100 у.е.), показатель адекватности процессов регуляции (15–50 у.е.), индекс вегетативного равновесия (35–145 у.е.) и среднее квадратичное отклонение (40–80 мс). В данной обследованной группе индекс напряженности варьировал от $59,7 \pm 6,2$ у.е., снижался к $36,96 \pm 5,48$ у.е. в результате выполнения дозированной нагрузки и повышался выше исходного ($84,23 \pm 7,08$ у.е.) в процессе восстановления ($p \leq 0,05$).

При анализе гистограмм ПАК «Омега» отмечены изменения M_0 (наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряду значение кардиоинтервала). Она указывает на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии мода минимальна, при ваготонии – максимальна. В норме значение моды колеблется от 700 до 900 мс. Активация центрального контура, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляются стабилизацией ритма, уменьшением разброса длительностей между кардиоинтервалами, увеличением количества однотипных по длительности интервалов. Этот показатель чрезвычайно чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы, характерного для периода нагрузки.

Показатели $D1$ – уровень управления и $D2$ – резервы управления характеризуют психоэмоциональное обеспечение, наблюдается повышение обоих показателей после дозированной нагрузки и возвращение к начальному уровню к концу периода восстановления. В течение всего периода наблюдения психоэмоциональное состояние находится в интервале 61–80%, что интерпретируется как хорошее, активность в норме.

Заключение. Таким образом, исходное функциональное состояние студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военную специальность, по данным ПАК «Омега-М» находится в пределах оценки «хорошо» и соответствует нормальным значениям показателей вегетативной и центральной регуляции, функциональных резервов организма, хорошего психоэмоционального состояния и активности регуляторных систем. Обследование студентов непосредственно после выполнения дозированной нагрузки (20 приседаний за 30 с) показало статистически достоверное повышение показателей функционального состояния организма, что выражается в улучшении показателей адаптации организма, вегетативной регуляции, центральной регуляции, психоэмоционального состояния и общего интегрального показателя. Показатели уровня и резервов энергетического обеспечения, анаболизма, резервов и уровня тренированности и управления во время выполнения пробы с нагрузкой также увеличиваются, что свидетельствует о незначительном повышении напряжения систем регуляции в данной группе обследованных в период занятия. Уровень катаболизма снижается во время дозированной нагрузки до $120,3 \pm 4,9$ у.е. и повышается в процессе восстановления до $131,4 \pm 5,2$ у.е. ($p \leq 0,05$). Восстановление показателей функционального состояния в течение 5 мин говорит о своевременном включении механизмов адаптации.

Анализ данных обследования студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военную специальность, в течение занятия позволяет сделать следующие выводы:

- исходное функциональное состояние студентов соответствует оценке «хорошо», что свидетельствует о нормальном состоянии регуляторных систем и отсутствии стрессорной нагрузки;
- повышение показателей адаптации организма, вегетативной регуляции, центральной регуляции, психоэмоционального состояния и общего интегрального показателя после выполнения пробы с нагрузкой и нормализация показателей в процессе восстановления подтверждают включение механизмов адаптации к меняющейся обстановке в течение нескольких минут;
- студенты факультета физической культуры и спорта имеют хорошее функциональное состояние и уровень адаптации, что позволяет им получать дополнительную военную специальность без ущерба для здоровья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кругленья, В.А. Оценка изменения функционального состояния студентов за время занятий по ПАК «Омега-М» / В.А. Кругленья // Проблемы здоровья и экологии УО «Гомельский государственный медицинский университет». – 2010. – № 4(26). – С. 141–144.
2. Функциональные пробы в оценке адаптации организма к физическим нагрузкам: метод. пособие / И.Н. Деркач, Ю.Э. Питкевич, Т.Ю. Крестьянинова, М.П. Морозов, Ю.В. Гапоненок. – Витебск: ВГМУ, 2012. – 39 с.
3. Питкевич, Ю.Э. Алгоритм диагностического применения программно-аппаратного комплекса «Омега-С» в спортивной медицине: монография / Ю.Э. Питкевич, Е.А. Лосицкий, Г.М. Загородный, О.А. Ярошевич. – Гомель: Гомел. гос. мед. ун-т, 2010. – 160 с.

REFERENCES

1. Kruglenia V.A. *Problemi zdoroviya i ekologii* [Issues of Health and Ecology], UO «Gomelski gosudarstvenni meditsinski universitet», Gomel, 2010, 4(26), pp. 141–144.
2. Derkach I.N., Pitkevich Yu.E., Krestyaninova T.Yu., Morozov M.P., Gaponenok Yu.V. *Funktsionalniye probi v otsenke adaptatsii organizma k fizicheskim nagruzkam: metod. posobiye* [Functional Tries in the Assessment of the Body Adaptation to Physical Load: Guidelines], Vitebsk, VGMU, 2012, 39 p.
3. Pitkevich Yu.E., Lositski E.A., Zagorodni G.M., Yaroshevich O.A. *Algoritm diagnosticheskogo primeneniya programmno-apparatnogo kompleksa «Omega-S» v sportivnoi meditsine: monografiya* [Algorithm of Diagnostic Application of Omega-S Program and Apparatus Complex in Sports Medicine: Monograph], Gomel, Gomelski gosudarstvenni meditsinski universitet, 2010, 160 p.

Поступила в редакцию 26.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: vk@vsu.by – Питкевич Э.С.

Трудовое воспитание в советской школе: историко-педагогический аспект

А.П. Орлова, В.В. Тетерина

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

Состояние и дальнейшее развитие рынка труда в Беларуси актуализирует необходимость пересмотра содержательных основ подготовки школьной молодежи к трудовой деятельности. Обращение к педагогическому наследию трудового воспитания в советской школе позволит глубже осмыслить состояние проблемы и разработать новые концептуальные подходы с сохранением прогрессивных традиций прошлого.

Цель статьи – провести ретроспективный анализ проблемы трудового воспитания в советский период развития общеобразовательной школы, акцентируя внимание на тех теоретико-методологических положениях, которые могут быть востребованы современными учреждениями образования.

Материал и методы. *Материалом исследования послужила научная историко-педагогическая литература, представленная работами известных в данной области ученых. При этом использовались методы сравнительно-сопоставительного анализа, логического, исторического и перспективного подходов к анализу историко-педагогических явлений.*

Результаты и их обсуждение. *В статье представлен материал, отражающий историко-педагогический аспект становления и развития проблемы трудового воспитания в советской школе. Анализируются идеи выдающихся педагогов, ученых, заложивших теоретическую платформу воспитания учащихся в общественно полезном, производительном труде. Выявляется роль политехнического образования в подготовке молодежи к труду, раскрываются коллективные формы и условия эффективности детского труда в школьных мастерских, на промышленном производстве, в сельском хозяйстве.*

Обозначается круг идей, которые могут быть заимствованы современной общеобразовательной школой в трудовом воспитании учащихся.

Заключение. *В период 1918–1980-х гг. выдающимися педагогами, учеными была детально разработана теоретико-методологическая основа трудового воспитания учащихся, которая дала положительные результаты, выразившиеся в сформированности юных граждан, всесторонне подготовленных к творческому труду и успешному овладению профессией.*

Ключевые слова: *гражданин-труженик, единая трудовая школа, общественно полезный, производительный труд, политехническое образование, производственная бригада, трудовое воспитание, учебно-производственный комбинат.*

Labor Education in Soviet School: the Historical and Pedagogical Aspect

A.P. Orlova, V.V. Teterina

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

The state and further development of the labor market in Belarus brings forth the necessity in reconsideration of the content bases of schoolchildren labor training. Addressing the pedagogical heritage of labor education in Soviet school makes it possible to understand more profoundly and develop new concept approaches with preservation of progressive traditions of the past.

The purpose of the article is to conduct a retrospective analysis of the labor education issue in the Soviet period of the comprehensive school development and draw attention to the theoretical and methodological bases which can be in demand by contemporary educational establishments.

Material and methods. *The research is based on scientific historical and pedagogical literature which is represented by works of outstanding scholars in this field. The following research methods are used: methods of comparative analysis, logical, historical and perspective approaches to the analysis of historical and pedagogical phenomena.*

Findings and their discussion. *Material, which reflects the historical and pedagogical aspect of the maturation and development of the issue of labor education in Soviet school, is presented in the article. Ideas by outstanding teachers, scholars, who built the theoretical foundation of schoolchildren publicly useful production labor education, are analyzed. The role of polytechnic education*

in training youth for labor are revealed, collective forms and conditions for efficient children labor at school workshops, industrial enterprises, agricultural farms are disclosed.

The circle of ideas, which can be borrowed by the contemporary comprehensive school in schoolchildren labor education, is identified.

Conclusion. *Between 1918 and the 1980s outstanding teachers and scholars elaborated in detail the theoretical and methodological basis of schoolchildren labor education, which had positive impact and resulted in shaping young citizens who are ready for creative labor and mastering a job.*

Key words: *citizen-worker, unified labor school, publicly beneficial, production labor, polytechnic education, manufacturing team, labor education, study and production workshop.*

Проблема подготовки молодежи к труду является одной из ключевых в образовательном пространстве. Сохранение, приумножение трудовых ресурсов – это вопрос благополучия настоящего и будущего поколения, а также стабильности государства. Большую роль в решении данной проблемы отводится образовательной школе, где закладываются основы научных и технологических знаний, формируются трудовые умения и навыки, качества будущего гражданина-труженика. Вот почему государственная политика Республики Беларусь направлена на оптимизацию решения задач подготовки трудовых ресурсов с учетом не только мировых тенденций, но и с сохранением лучших традиций прошлого.

В советский период (1917–1980 гг.) накоплен ценный опыт трудового воспитания учащихся, знание которого может стать исходной платформой для разработки современных концептуальных подходов к подготовке школьной молодежи к труду.

Цель статьи – провести ретроспективный анализ проблемы трудового воспитания в советский период развития общеобразовательной школы, акцентируя внимание на тех теоретико-методологических положениях, которые могут быть востребованы современными учреждениями образования.

Материал и методы. Материалом исследования послужила научная историко-педагогическая литература, представленная работами известных в данной области ученых. При этом использовались методы сравнительно-сопоставительного анализа, логического, исторического и перспективного подходов к анализу историко-педагогических явлений.

Результаты и их обсуждение. Становление и развитие проблемы трудового воспитания учащихся получили новые импульс и содержание после Октябрьской революции в связи с принятием в октябре 1918 г. «Положения о единой трудовой школе» и «Основных принципов единой трудовой школы» («Декларации»). Эти документы занимают особое место в истории советской школы, так как они заложили принципы ее дальнейшего развития как трудовой и политехнической вплоть до 90-х годов XX века.

В педагогической науке существует общепринятая периодизация развития теории воспитания учащихся в общественно полезном, производительном труде: в условиях единой трудовой школы (1920–1930-е гг.), военной (1941–1945 гг.) и послевоенной (1950–1980-е гг.) [1]. В данные периоды в острых дискуссиях, в борьбе мнений, а порой и противоположных точек зрения, вырабатывались основы теории трудового воспитания учащихся.

В 20–30-е годы XX столетия большая роль в этой работе принадлежала Н.К. Крупской, А.В. Луначарскому, С.Т. Шацкому, П.П. Блонскому, М.М. Пистраку, А.С. Макаренко. Им предстояло разработать теоретические положения, руководствуясь которыми учителя смогли бы на практике соединить обучение с трудом и воспитать нового гражданина. Критикуя тех учителей, которые под трудом понимали только труд по самообслуживанию, А.В. Луначарский говорил, что под данным понятием следует понимать «участие подростков и детей в общем трудовом процессе, в котором занято население, так как только при этом условии они будут себя чувствовать “маленькими работниками стихии сотрудничества” и вырастут настоящими тружениками социалистического общества» [2, с. 40]. Из многообразия видов труда предпочтение отдавалось производительному индустриальному труду как могущественному средству политехнического образования и социального развития школьников. При этом П.П. Блонский замечал, что «индустрия – великая учительница не только техники и естествознания, одновременно она и учительница социальной жизни» [3, с. 223]. Но, учитывая экономическую отсталость страны, слабую техническую оснащенность промышленности и сельского хозяйства, педагоги настоятельно рекомендовали создавать межшкольные мастерские и организовывать в них производительный труд школьников таким образом, чтобы он стал основой для перехода к более сложному фабрично-заводскому труду. Только непосредственная работа в мастерских, как не без основания утверждал видный педагог М.М. Пистрак, дающая чувство материала и орудия производства, предполагает почву для сравнительного изучения более высоких форм труда. Необходимо в связи с этим выделить весьма ценную педагогическую идею о том, что школьные мастерские должны быть органически связаны с настоящим производством. Поясняя эту мысль, Н.К. Крупская указывала, что надо в мастерской поставить труд так, чтобы

учащиеся выполняли пусть «маленькую работу, ничтожную, но нужную предприятию... в этом гвоздь политехнизма» [4, с. 299–300].

При этом, уточнял П.П. Блонский, виды труда «должны быть подобраны так, чтобы они, с одной стороны, вытекали из потребностей “местной индустрии”, с другой стороны, соответствовали потребностям и интересам каждого школьника и, с третьей, были бы “наиболее совершенны и прогрессивны”» [3, с. 223].

Представляют несомненный интерес и рекомендации советских педагогов 1920–1930-х гг. о содержании общественно полезного труда возрастных групп учащихся. Они единодушно были в том, что в школе I ступени дети могут выполнять посильные работы в школьном огороде, саду, ухаживать за домашними животными, привлекаться к самообслуживанию, заниматься ручным трудом. Но и этот труд следует использовать в качестве источника знаний и средства выработки у них нужных новому обществу черт характера.

Детей старшего возраста следует привлекать к производительному труду на фабриках и заводах или же в школьных мастерских, но и здесь «необходимо, – указывала Н.К. Крупская, – ознакомление со всем производством в целом... тут и изучение товаров, и коммерческая география, и черчение, и механика, и химические процессы, физика во всем ее объеме, сравнение своего производства с другими производствами, вообще политехническое образование в полном смысле этого слова» [5, с. 24].

Следует также особо выделить весьма ценную педагогическую идею Н.К. Крупской, М.М. Пистрака о приобщении и городских школьников к труду в сельском хозяйстве для того, чтобы не только расширить у них политехнические знания, но и воспитать любовь к земле, ее труженикам, укрепить дружбу между городскими и сельскими ребятами, между рабочим классом и крестьянством.

Н.К. Крупская, П.П. Блонский, С.Т. Шацкий, а позже и А.С. Макаренко рассматривали труд как естественный элемент жизнедеятельности учащихся, органически связанный с различными видами не только общественно-политической, но и эстетической деятельности: занятиями музыкой, рисованием, лепкой, театральным искусством, ритмикой, другими видами художественного творчества. Педагоги-ученые рекомендовали придавать эстетическую окраску каждому виду труда на различных этапах, начиная с постановки цели, разработки плана, организации трудового процесса и заканчивая созданием предмета или изделия по критериям красоты, потому что через эстетику труда происходит его связь с идейно-нравственной направленностью всей жизни ученика.

Советские педагоги в 1920-е и особенно в 1930-е гг. касались и проблемы использования социалистического соревнования в воспитательных целях, чтобы оно вызывало не дух соперничества между учащимися, а способствовало появлению у них желания, как можно больше сделать для общества, оказать помощь товарищу.

Своеобразно решался в эти годы вопрос и об оплате детского труда. Так, например, С.Т. Шацкий утверждал, что «необходимо установить оценку материальных результатов детского труда, т.е. детский труд должен быть оплачен, конечно, не путем личной оплаты, а путем оплаты коллективной. Эта оплата должна идти на разнообразные общественные цели, связанные с детским трудовым движением» [6, с. 39]. Неслучайно в то время педагоги склонны были признавать только коллективную оплату труда школьников, ибо стремились воспитать гражданина с высоким чувством общественного долга и коллективизма.

Требовала своего решения и проблема организации коллективного труда. При нем, как неоднократно отмечали Н.К. Крупская, П.П. Блонский, С.Т. Шацкий и другие педагоги, между членами коллектива возникают отношения взаимной зависимости, ответственности, взаимного контроля, под воздействием которых формируется общественное мнение и воспитывается у школьников потребность в бескорыстном труде в интересах общества.

Наиболее ярко это выразилось в работе 1-й опытной станции Наркомпроса, руководимой С.Т. Шацким. В основу обучения и воспитания детей педагоги учебных заведений опытной станции стремились положить общественно полезный труд. В зависимости от его содержания, целей и задач воспитания подбирались наиболее эффективные формы коллективного труда.

Значительное внимание Н.К. Крупская и П.П. Блонский уделяли проблемам научной организации детского труда, так как понимали, что для государства нужны не просто хорошие труженики-исполнители, а, прежде всего, организаторы производства и общественной жизни.

Большой вклад в развитие теории и совершенствование практики социального воспитания учащихся через общественно полезный труд внес А.С. Макаренко. Труд коммунаров на заводе по производству электросверл и фотоаппаратов расширял у подростков знания о технике, технологии, развивал у каждого из них организаторские способности, формировал чувство хозяина-коллективиста. При этом педагог-практик пришел к важному заключению о том, что при организации производительного труда подростков необходимо различное сочетание хозяйственных и учебно-воспитательных задач. Заслуга А.С. Макаренко состояла в том, что он определил условия социального формирования личности в коллективе, показал, какую роль в этом процессе могут сыграть отношения ответственной зависимости и органы детского самоуправления.

В конце 1920-х и в начале 1930-х гг. заметно усиливается стремление к укреплению социальных связей ученических коллективов с производственными коллективами. Многие школы заключали договоры с предприятиями, колхозами, совхозами, брали на себя часть плановых народнохозяйственных заданий, вступали в социалистическое соревнование с производственными коллективами.

Но этот ценнейший опыт был фактически прерван в 1937 г., потому что по распоряжению Наркомпроса ликвидировался труд как предмет обучения, закрывались школьные мастерские, что явно противоречило теории и практике о политехническом обучении и социальном развитии личности в процессе производительного труда.

С первых дней Великой Отечественной войны в стране сложились такие объективные политические и экономические условия, которые убедительно показывали не только несостоятельность и ошибочность отрыва школы от жизни, но и неумолимо диктовали необходимость немедленного восстановления в ней принципа соединения обучения и воспитания учащихся с их общественно полезным трудом. Эти условия были вызваны к жизни тем, что в трудные годы войны в стране испытывался острый недостаток в рабочих как в промышленности, так и сельском хозяйстве. Общественно полезная деятельность учащихся военного времени была весьма разнообразной, сопряженной не только с большой физической и психической нагрузкой, но и нередко с риском для жизни. Они участвовали в противовоздушной обороне, сооружали оборонительные укрепления, собирали средства на военную технику, шефствовали над военными госпиталями, работали на фабриках и заводах взамен ушедших на фронт. Ценным для этого периода явился опыт формирования у школьников социальных мотивов труда. Свое дальнейшее развитие нашла и идея планирования общественно полезного труда учащихся.

Во время Отечественной войны зародилось массовое тимуровское движение. Тимуровские команды, созданные во всех школах страны, оказывали помощь семьям мобилизованных воинов, инвалидов войны, а также престарелым гражданам.

После окончания Великой Отечественной войны, по мере укрепления экономической мощи страны, учащиеся все меньше стали привлекаться к труду в промышленности и сельском хозяйстве. Школа все больше отходила от трудовых дел народа, замыкалась в кругу чисто учебных и внутришкольных интересов.

Пытаясь устранить эти недостатки в трудовой и политехнической подготовке школьников, научно-исследовательские институты Академии педагогических наук РСФСР разработали новые учебные планы, в которых предусматривалось введение с 1955–1956 учебного года во всех школах страны в 1–4-х классах труда как учебного предмета, практических занятий в учебных мастерских для учащихся 5–7-х классов, практикумов по машиноведению, электротехнике и сельскому хозяйству для учащихся 8–10-х классов.

Но программа по труду преследовала в основном цель вооружить школьников знаниями о свойствах простейших материалов и об устройстве столярных и слесарных инструментов, с помощью которых они будут обрабатываться.

Отсутствие надлежащей помощи школам со стороны ученых приводило к тому, что ее практические работники в решении проблем политехнического образования и трудового воспитания учащихся действовали методом проб, что очень часто выявляло существенные ошибки в определении содержания общественно полезного труда и форм его организации.

Убедительным примером этого могут служить попытки многих педагогических коллективов в 1955–1958 гг. создать при школах детские производства и включить учащихся в постоянный производительный труд на школьных «фабриках», «заводах», «колхозах», «МТС» и т.д. В статьях П.И. Склярова, М.Н. Гнявина, А.М. Назаренко, В.А. Сухомлинского и ряда других авторов показано, что многие школьные предприятия не могли стать базой политехнического обучения и трудового воспитания учащихся, так как на них устанавливалось устаревшее оборудование.

Жизнь подтвердила ошибочность подобного пути осуществления трудовой подготовки. В принятом в 1958 г. Законе «Об укреплении связи школы с жизнью и дальнейшем развитии системы народного образования в СССР» намечались пути устранения ошибок. Как и предусматривалось законом, на ряде предприятий строились учебные цеха, пролеты, учащиеся объединялись в бригады, брали на себя часть плановых заданий шефствующих над ними производственных коллективов и тем самым включались в сферу трудовых отношений.

В решении данной проблемы важную роль сыграли советские ученые: П.Р. Атунов, А.Г. Дубов, М.А. Жиделев, М.Н. Скаткин, М.У. Пискунов, А.А. Шибанов, С.Г. Шаповаленко. Ими было научно доказано, что воспитательная результативность производительного труда зависит не только от его содержания и форм организации, но и от умения выработать у школьников установку на соединение обучения с трудом.

Практические рекомендации ученых-политехников оказали решающее влияние на организацию трудовой деятельности ученических коллективов школ страны. При поддержке производственных коллективов предприятий создавались учебно-производственные мастерские, в цехах и на участках устанавливалось

современное оборудование. В них трудились не только школьники, но и инженеры, техники, передовые рабочие. Вместе с педагогами школ и учащимися они определяли содержание труда, продумывали организацию производственных, технологических и трудовых процессов. Основной упор делался на работы, связанные с конструированием и рационализацией.

Однако как ученые-педагоги, так и работники школ на собственном опыте убеждались, что на базе только учебных мастерских сложно дать знания о современном производстве и выработать навыки, необходимые рабочему.

Учитывая рекомендации ученых, в 1974 г. Совет Министров СССР принял постановление о повсеместном создании учебно-производственных комбинатов, производственных бригад школьников. В этот период ученые К.А. Иванович, А.А. Шибанов, Д.А. Эпштейн и др. сосредотачивают внимание на разработке теоретических основ организации опытнической работы учащихся на пришкольных участках и в производственных бригадах.

В 1960–1970-х гг. было положено начало такой ценной общественно полезной деятельности сельских школьников, как рационализация и конструирование сельскохозяйственной техники. Стремление городских школ последовать примеру трудового воспитания сельских школьников в это же время привело к созданию строительных и мелиоративных отрядов, лагерей труда и отдыха старшеклассников.

Значительный вклад в развитие теории трудового воспитания школьников в 1950–1970-х гг. внес В.А. Сухомлинский. Педагог-новатор в своей практической деятельности подтвердил положение о том, что в воспитании отношения к труду важны два компонента: яркое эмоционально окрашенное учителем слово об общественной значимости, героике и романтике трудового подвига тружеников и содержательная творчески осознанная учащимися трудовая деятельность.

С идеями В.А. Сухомлинского перекликаются и педагогические взгляды П.П. Костенкова, Ю.П. Сокольников. В работах этих ученых убедительно доказано, что подготовка школьников к труду зависит от их общей воспитанности, поэтому трудовое воспитание достигает своей цели лишь тогда, когда оно тесно связано с общей системой воспитания, а социальное развитие личности протекает как целостный процесс становления гражданина. При этом очень важно постоянно и целенаправленно корректировать общественно полезный труд и общественную деятельность каждого школьника по трем линиям: социальной, возрастной, индивидуальной.

Весьма интересной находкой в связи с этим в трудовом воспитании учащихся в 70–80-е гг. прошлого века являются отряды юных следопытов, к поисковой деятельности которых, связанной с изучением истории предприятий, организаций, воинских частей, привлекались многие школьники.

В 1970–1980-е гг. значительно обогатился опыт воспитания учащихся в общественно полезном, производительном труде. И здесь немалая заслуга не только российских, но и белорусских ученых-педагогов, творчески работающих коллективов многих школ.

В 1978 году по инициативе Министерства просвещения БССР в республике был создан научный коллектив для разработки проблемы «Воспитание у учащихся общеобразовательных школ готовности к труду в сфере материального производства». В него вошли известные в нашей стране специалисты по трудовому воспитанию, доктора наук, авторы многих книг и пособий: Ф.И. Иващенко, И.Д. Чернышенко, Я.Л. Коломинский, Ф.Г. Китунович, В.С. Середа, Н.К. Степаненков, А.И. Кочетов и члены их исследовательских групп.

В исследованиях указанного периода акцентируется внимание на психологических проблемах трудового воспитания [7], формировании политехнической готовности школьников и ее роли в трудовом становлении молодежи [8], взаимосвязи трудового воспитания учащихся и формировании интегративных качеств личности [5].

Ключевым моментом научно-педагогического творчества И.Д. Чернышенко становится идея воспитания гражданина-труженика [9]. Свой научный поиск он ориентировал на выявление дидактических условий успешной подготовки школьников к труду, разработку форм и содержания внеклассной работы по трудовому воспитанию учащихся, создание педагогически целесообразной системы общественно полезного труда ученического коллектива.

Руководимая им лаборатория теоретически разрабатывала и экспериментально апробировала дидактические средства, способствующие экономическому, трудовому воспитанию школьников в различных видах общественно полезного, производительного труда, занималась поиском путей и средств включения старшеклассников в производственные и социальные отношения коллективов базового предприятия и выявлением условий их воспитательного воздействия.

В целом, трудовое воспитание в советский период было результативным, т.к. направлялось на укрепление связи общеобразовательной школы с жизнью, практикой, формирование личности гражданина-труженика, что отвечало потребностям народного хозяйства. Вместе с тем школе не удалось избежать ошибок. Они были обусловлены отсутствием надлежащей связи между общим, политехническим и профессионально-

техническим образованием, между трудовым обучением учащихся начальных и средних классов с реальным производством [2, с. 37].

На устранение этого противоречия и была направлена реформа общеобразовательной и профессиональной школы (1984 г.), однако ей не суждено было осуществиться, т.к. переход к качественно новым политическим, социально-экономическим реалиям развития Республики Беларусь (1991 г.) потребовал корректировки в том числе и проблем подготовки молодежи к труду.

Заключение. Проведенное исследование показало, что становление и развитие проблемы трудового воспитания в советской школе шло в тесной связи теории и практики. С того момента, как школа стала развиваться как единая трудовая и политехническая, проводился пересмотр концептуальных подходов к решению проблемы подготовки подрастающего поколения к труду. Ценным в указанный период стало развитие прогрессивной формы организации коллективного труда: от индивидуального труда к ученическим артелям, объединениям, производственным бригадам, сводным отрядам, учебно-производственным комбинатам. Школа постепенно превращалась в центр по координации деятельности общественности, педагогических и производственных коллективов. Разработка теоретико-методологических основ проблемы подготовки учащихся к труду в советской педагогике носила комплексный, многогранный и инновационный характер. Ее эффективность являлась очевидной, поскольку она была направлена на формирование творческой личности гражданина-труженика, способного поднять на качественно новый уровень социально-экономическое развитие страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Очерки истории школы и педагогической мысли народов СССР (1917–1941 гг.) / отв. ред. Н.П. Кузин, М.Н. Колмакова, З.И. Равкин. – М.: Педагогика, 1980. – 456 с.
2. Луначарский, А.В. О народном образовании / А.В. Луначарский. – М., 1958. – 559 с.
3. Блонский, П.П. Избранные педагогические произведения / П.П. Блонский. – М., 1964. – 547 с.
4. Крупская, Н.К. Педагогические сочинения: в 10 т. / Н.К. Крупская. – М., 1959. – Т. 4. – 630 с.
5. Кочетов, А.И. Основы трудового воспитания / А.И. Кочетов. – Минск: Народная асвета, 1989. – 220 с.
6. Шацкий, С.Т. Педагогические сочинения: в 4 т. / С.Т. Шацкий. – М., 1959. – Т. 4. – 328 с.
7. Иващенко, Ф.И. Психология трудового воспитания / Ф.И. Иващенко. – Минск: Высшейшая школа, 1981. – 143 с.
8. Степаненков, Н.К. Политехническая основа подготовки учащихся к труду / Н.К. Степаненков. – Минск: Народная асвета, 1982. – 157 с.
9. Чернышенко, И.Д. Воспитание юного гражданина-труженика / И.Д. Чернышенко. – Минск: Народная асвета, 1990. – 253 с.

REFERENCES

1. Kuzin N.P., Kolmakova M.N., Ravkin Z.I. *Ocherki istorii shkoli i pedagogicheskoi mysli narodov SSSR (1917–1941)* [Stories of History and Pedagogical Thought of the USSR Peoples (1917–1941)], M., Pedagogika, 1980, 456 p.
2. Lunacharski A.V. *O narodnom obrazovanii* [Public Education], M., 1958, 559 p.
3. Blonski P.P. *Izbranniye pedagogicheskiye proizvedeniya* [Selected Pedagogical Works], M., 1964, 547 p.
4. Krupskaya N.K. *Padagogicheskiye sochineniya: v 10 t.* [Pedagogical Works in 10 Vol.], M., 1959, 4, 630 p.
5. Kochetov A.I. *Osnovi trudovogo vospitaniya* [Basics of labor Education], Minsk, Narodnaya asveta, 1989, 220 p.
6. Shatski S.T. *Pedagogicheskiye sochineniya: v 4 t.* [Pedagogical Works: in 4 Vol.], M., 1959, 4, 328 p.
7. Ivashchenko F.I. *Psikhologiya trudovogo vospitaniya* [Psychology of Labor Education], Minsk, Vysheishaya shkola, 1981, 143 p.
8. Stepanenkov N.K. *Politekhnicheskaya osnova podgotovki uchashchikhsia k trudu* [Polytechnic Basis of Student Labor Training], Minsk, Narodnaya asveta, 1982, 157 p.
9. Chernyshenko I.D. *Vospitaniye yunogo grazhdanina-truzhenika* [Educating Young Citizen-Laborer], Minsk, Narodnaya asveta, 1990, 253 p.

Поступила в редакцию 04.10.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: annaor39@jandex.ru – Орлова А.П.

Педагогические основания укрепления здоровья студенческой молодежи средствами физической культуры

Ю.М. Прохоров

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

Состояние здоровья человека находится в прямой зависимости от уровня развития культуры личности. Человеку важно не только понимать, что такое здоровье, но и знать, как его сохранить до глубокой старости.

Цель статьи – обосновать целесообразность использования комплекса физических средств, существенно влияющих на уровень физической и функциональной подготовки, обеспечивающий укрепление здоровья студенческой молодежи на этапе обучения в вузе.

Материал и методы. *Исследование проводилось на базе ВГУ имени П.М. Машерова в 2015–2016 уч. году среди студентов дневной формы обучения, непрофильных специальностей I и II, выпускных курсов. При этом применялись как теоретические, так и эмпирические методы научно-педагогического исследования, проводились тесты и определялись их результаты, выставлялись оценки. Была проведена математическая обработка данных, их ранжирование в соответствии с нормативными показателями.*

Результаты и их обсуждение. *Специалист высшей квалификации, профессионал своего дела, но со слабым здоровьем не сможет полноценно выполнять свои функциональные обязанности. Именно здоровье предоставляет возможность студенту не только получить высокий уровень образования, но и сформировать профессионально-прикладной комплекс личностных компетенций, крайне необходимый для трудовых достижений. Соответственно состояние здоровья студенческой молодежи должно рассматриваться как главная составляющая образовательного процесса, а вопросам его укрепления следует уделять должное внимание. Студенческая среда пока не характеризуется заботливым отношением о своем здоровье, деятельной физической активностью, мотивационной потребностью к занятиям физическими упражнениями и спортом.*

Ключевые слова: *здоровье, здоровый образ жизни, студенческая молодежь, показатели здоровья, отказ от вредных привычек, закаливание организма, оздоровительные программы ходьбы и бега.*

Pedagogical Foundation of Student Health Promotion by Means of Physical Training

Yu.M. Prokhorov

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

The health of the person depends directly on the personality development level. It is important for a person not only to understand what health is but also know how to preserve it till old age.

The purpose of the article is to substantiate the expedience of a complex of physical means which influence significantly the level of physical and functional training to insure university student health promotion.

Material and methods. *Full time first, second and final year Vitebsk State University students were studied in the 2015–2016 academic year. Both theoretical and empiric methods of the scientific and pedagogical study were used, tests were done, their results were analyzed, marks were given. Mathematical processing of the data, their ranging in accordance with normative parameters was conducted.*

Findings and their discussion. *A qualified professional who has poor health can not function properly. Health makes it possible for students not only to obtain good education but also shape professional and applied complex of personality competences which is significant for professional advances. Thus, student health should be considered as the main component of the education process, and its promotion should be paid proper attention to. At the same time healthy lifestyle is not characterized by proper attitude among students; they are not very physically active and don't have a motivation necessity in doing physical exercises and sports.*

Key words: *health, healthy lifestyle, student youth, health parameters, giving up bad habits, hardening of the body, walking and running health programmes.*

В студенческом возрасте быстрыми темпами развиваются, дифференцируются и проявляются индивидуальные способности молодого человека, субъекта образовательно-воспитательного процесса вуза. Разница между первокурсником и выпускником огромна и проявляется она в самосознании сущностной значимости студента, будущего специалиста высшей квалификации, способного конструктивно изменять мир и производить блага. С одной стороны, юношеский максимализм свойственен значительной части студентов и выражен стремлением сделать больше, чем реально возможно, действовать по принципу «все и сейчас», где горячность зачастую мешает правильно оценить собственные силы и возможности. Стремление к коллективности и дружескому общению, опора на мнение авторитетных лиц, товарищей – отличительные черты студенческого возраста. Энтузиазм, романтизм и общественная активность характерны для многих студентов и являются источниками укрепления нравственных идеалов и качеств. Однако устремленность и инициативность при неудаче могут перерасти в разочарование, потерю веры в свои силы. В практике часто встречаются и случаи ложного понимания и принятия ложных ориентиров товарищества: замалчивание и круговая порука, групповой эгоизм, укрывательство недостойного поведения (поступка) и др. Многие студенты – паиньки, серые мышки, которые не хотят выпячиваться и стремятся раствориться в коллективе. Их волнует выполнение нормативных требований, получение положительной оценки и не больше.

Сохранение и воспроизводство здоровья находятся в прямой зависимости от уровня культуры. Культура отражает меру осознания и отношения человека к миру предметных и духовных ценностей, к людям, к самому себе. По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), здоровье – это состояние физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. Человеку важно не только понимать, что такое здоровье, но и знать, как его сохранить до глубокой старости. От общего состояния здоровья и функциональных возможностей человека во многом зависят память, внимание, усидчивость и результативность умственной деятельности, а также физическое развитие. Крепкое здоровье позволяет успешно заниматься любым видом деятельности, включая производственную, семейную, бытовую, досуговую и др. [1; 2].

Актуальность исследования здоровья студенческой молодежи как проблемной области очевидна. Сложившиеся обстоятельства жизни человека в условиях современного общества отодвигают на второй план физическую подготовку молодого поколения. С другой стороны, повышается конкурентность, что требует высокого качества производимой продукции, инновационных подходов и технологий организации производства, оперативности реагирования на изменения условий и ситуаций, повышается психофизическая нагрузка, а соответственно и предъявляемые требования к специалистам. Оценка по результатам тестирования уровня развития физических качеств и функциональных возможностей студенческой молодежи не отвечает современным требованиям и фиксирует низкие показатели здоровья.

Цель исследования – обосновать целесообразность использования комплекса физических средств, существенно влияющих на уровень физической и функциональной подготовки, обеспечивающий укрепление здоровья студенческой молодежи на этапе обучения в вузе.

Материал и методы. Исследование проводилось на базе ВГУ имени П.М. Машерова в 2015–2016 уч. году среди студентов дневной формы обучения, непрофильных специальностей I и II, выпускных курсов. В нем принимали участие выпускники ГУО «Средняя школа № 3 г. Витебска» (2016 г.) и учащиеся начальных классов УО «Средняя школа № 34 г. Витебска» (2017 г.). Всего исследование охватило 1431 чел. Нами применялись как теоретические, так и эмпирические методы научно-педагогического исследования, проводились тесты и определялись их результаты, выставлялись оценки, велась математическая обработка данных, их ранжирование в соответствии с нормативными показателями и др.

Результаты и их обсуждение. Тестирование и оценки физических качеств студенческой молодежи показывают низкий уровень физической и функциональной подготовки. Большинство студентов не в состоянии выполнить нормативные требования силовой подготовки (девочки – сгибание рук в упоре, мальчики – подтягивание на высокой перекладине). Показатели общей выносливости резко снижаются, происходит увеличение времени работы (длина дистанции). Общеизвестным считается, что занятия физическими упражнениями и спортом, выступая важным механизмом формирования физических кондиций и профилактики заболеваний студента, будущего специалиста, эффективно воздействуют и на показатели здоровья [3; 4].

Исследования в области двигательной активности студентов фиксируют малоподвижный образ жизни у абсолютного большинства студентов (87%), за исключением тех, кто активно занимается избранным видом спорта в спортивных секциях. Оптимальным двигательным режимом считается тот, когда в течение недели студент 6–8 часов занимается физическими упражнениями и спортом. Данный дефицит может быть устранен только через дополнительные самостоятельные занятия и в этом плане наиболее простыми, широко доступными и эффективными являются оздоровительные программы естественной двигательной активности: скандинавской ходьбы, ходьбы и бега К. Купера. Они особенно полезны, когда проводятся на открытом воздухе в условиях лесопарка. В их реализации активно участвует большое количество мышц, связок, суставов, что улучшает обмен веществ в организме и активизирует деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. Эффективность воздействий на организм человека зависит от скорости

передвижения, продолжительности занятий. Интенсивность физической нагрузки при их выполнении легко регулируется и должна определяться в соответствии с состоянием здоровья, физической подготовленностью, возрастными, половыми и другими особенностями организма. При этом следует подчеркнуть, что увеличение дистанции и скорости передвижения должны нарастать постепенно, а перед тренировочным занятием необходимо сделать разминку. Заканчивая тренировочную нагрузку, надо постепенно снизить скорость передвижения в последние 5–10 минут занятий, а через 8–10 минут после окончания тренировки (отдыха) частота пульса должна вернуться к исходному уровню.

При свободном выполнении тренировочных нагрузок по ходьбе следует переходить к чередованию ходьбы и бега, что обеспечивает постепенное нарастание нагрузки и дает возможность контролировать ее в строгом соответствии со своими индивидуальными возможностями. При наличии хорошего самочувствия в дальнейшем можно переходить к непрерывному бегу.

Бег – наиболее эффективное средство укрепления здоровья и повышения уровня физической тренированности. Рекомендуют следующие режимы интенсивности при беге по самочувствию и частоте сердечных сокращений:

режим I – зона комфортная. Он используется как основной режим на начальном этапе реализации программы. В этом режиме бегущему сопутствует ощущение приятного тепла, ноги работают легко и свободно, дыхание осуществляется через нос, человек без труда поддерживает выбранную скорость, ему ничто не мешает, он чувствует себя комфортно и у него возникает желание бежать быстрее. Спортсмены используют этот режим, чтобы восстановиться после напряженных тренировок. ЧСС сразу после бега 20–22, через 1 минуту 13–15 ударов за 10 с;

режим II – зона комфорта и малых усилий. В этом режиме бегущий ощущает приятное тепло, ноги продолжают работать легко и свободно, дыхание глубокое смешанное через нос и рот, ощущается легкая усталость, скорость бега сохраняется с небольшим усилием. ЧСС сразу после бега 24–26, через 1 минуту 18–20 ударов за 10 с;

режим III – зона напряженной тренировки. Данный режим применяется как тренировочный. Бегущему спортсмену в этом режиме жарко, несколько тяжелеют ноги, особенно бедра, при дыхании не хватает воздуха на вдохе, исчезает легкость, трудно удерживать темп, скорость поддерживается волевыми усилиями. ЧСС сразу после бега 27–29, через 1 минуту 23–26 ударов за 10 с;

режим IV – соревновательная зона. Предназначается для лиц, участвующих в соревнованиях по бегу. Бегущему очень жарко, ноги тяжелеют и «вязнут», дыхание через рот, напряженное с большой частотой, напряжение мышц шеи, рук, ног психологически воздействует на общее состояние, бег выполняется с преодолением напряжения, за счет волевых усилий, поддерживать скорость бега достаточно тяжело, бегущий финиширует на пределе своих возможностей, но скорость бега может снижаться. ЧСС сразу после бега 30–35, через 1 минуту 27–29 ударов за 10 с.

Плавание и ходьба на лыжах, эффективно воздействуя на формирование здоровья, также обладают оздоровительным эффектом, содействуют закаливанию организма. Плаванием занимаются в летние каникулярные периоды в открытых водоемах, а в остальное время учебного года — в закрытых или открытых бассейнах с подогревом воды. На начальном этапе занятий необходимо постепенно увеличивать время пребывания в воде от 10–15 до 30–45 минут. Рекомендуемые для тренировочных занятий дистанции: в первые пять дней 600–700 м, вторые – 700–800, а затем 1000–1200 м. Для тех, кто плохо плавает, следует стараться проплыть дистанцию 25, 50, 100 м и повторять ее 8–10 раз. По мере овладения техникой плавания и воспитания выносливости переходить к преодолению вышеуказанных дистанций. Оздоровительное плавание проводится равномерно с умеренной интенсивностью при частоте сердечных сокращений 120–150 уд/мин. Заниматься плаванием следует не ранее чем через 1,5–2,0 ч после приема пищи. Запрещается плавать при плохом самочувствии, повышенной температуре, простудных и желудочно-кишечных заболеваниях. Лучшее время для занятий плаванием с 10–11 до 13 ч, в жаркую погоду можно заниматься второй раз с 16 до 18 часов.

Ходьбой (бег) на лыжах рекомендуется заниматься каждый день хотя бы по одному часу. Минимальное количество занятий, которое дает оздоровительный эффект и повышает тренированность организма, – три раза в неделю не менее 1,0–1,5 ч и с умеренной интенсивностью. Самостоятельные занятия лыжным спортом можно проводить только на стадионах или в парках в черте населенных пунктов. Выезд или выход за пределы населенного пункта должен осуществляться группами в 3–5 человек и более. При этом должны быть приняты все необходимые меры предосторожности по профилактике спортивных травм, обморожений и т.д., не должны допускаться отставания отдельных лиц от группы.

В настоящее время активно реализуются шейпинг-программы оздоровительной направленности. Понятие «аэробика» фактически заменил термин «ритмическая гимнастика» и активно развивается в различных направлениях: формирования общей выносливости, силовой подготовки, танцевальных движений – степ-аэробика, супер-стронг, памп-аэробика, слайд-аэробика, тай-бо, ки-бо, йога-аэробика и др.

Практика проведения учебно-тренировочных занятий по физической культуре со студенческой молодежью показывает, что обучающиеся недопонимают позитивную роль природных факторов и часто не хотят

заниматься на улице, ссылаясь на климатические неудобства, при этом просят преподавателя не вести их на улицу, а провести занятия в спортивном зале. Роль естественных сил природы в закаливании, адаптации организма к климатическим изменениям велика. Воздух влияет на организм своей температурой, влажностью и скоростью движения. Воздушные ванны по теплоощущению подразделяются на холодные (от -7 до +8°C), умеренно холодные (+9–16°C), прохладные (+17–20°C), индифферентные (21–22°C), теплые (свыше +22°C). Дозировка воздушных ванн осуществляется через постепенное снижение температуры воздуха или увеличение длительности процедуры при одной и той же температуре. Сигналами неблагоприятного воздействия на организм при теплых ваннах являются резкое покраснение кожи и обильное потоотделение, при прохладных и холодных – появление «гусиной кожи» и озноб. В этих случаях прием воздушной ванны следует прекратить. Холодные ванны могут принимать лишь хорошо закаленные люди и только после врачебного обследования.

Пропагандируя культурологический подход образовательной парадигмы высшей школы, мы непременно будем утверждать приоритетность целостного развития личности, которое будет представлено единством внутренней и внешней культуры, знаний, умений и навыков, действий и поступков, образования и воспитания, – социализации личности. Важно обеспечить оптимальные условия сочетания теоретически профильных дисциплин и активного здорового образа жизни, формировать позитивное поведение и бережное отношение к своему здоровью и здоровью окружающих, увеличивать потребность в постоянных самостоятельных занятиях физическими упражнениями и спортом. Такой подход дает нам основание определить отношение к собственному здоровью и самодеятельность личности в качестве важных результативных показателей социализации. Отношение обусловлено образовательной парадигмой личности и проявляется в действиях и поступках, мнениях и суждениях людей относительно условий, средств и методов, влияющих на формирование физических кондиций, укрепление здоровья, личностное и профессиональное становление и развитие в целом.

К сожалению, приходится констатировать, что в студенческой среде здоровый образ жизни (ЗОЖ) пока не имеет приоритетных позиций, не определена устойчивость тенденций о заботливом отношении к своему здоровью и здоровью окружающих, деятельной физической активности, мотивационной потребности занятий физическими упражнениями и спортом. Довольно часто наблюдается противостояние ЗОЖ и негативных тенденций студенческой жизни: пассивный отдых и наличие вредных привычек; малоподвижный образ жизни и отсутствие должного объема двигательной активности, желаний и действий в области повышения уровня физической подготовки; слабый уровень физического развития, наличие заболеваний и отклонений в состоянии здоровья у многих студентов и лень корректировать подобные состояния и др.

Заключение. Приведенные выше результаты тестирования и оценки уровня физического развития подтверждают, что для улучшения показателей физической подготовки и укрепления состояния здоровья необходимы дополнительные занятия, устраняющие дефицит двигательной активности и физической нагрузки. В этой связи хорошо зарекомендовали себя естественные виды двигательной активности в сочетании с оздоровительным эффектом закаливания, связанным с природными факторами. Они просты в реализации, не требуют специальных приспособлений и оборудования, доступны каждому, при наличии желания и воли в повышении физических потенциалов и укреплении здоровья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Купчинов, Р.И. Физическое воспитание: учеб. пособие для студентов подгот. учеб.-тренировоч. групп учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / Р.И. Купчинов. – Минск: Театра Системс, 2006. – 352 с.
2. Раевский, Р.Т. Здоровье, здоровый и оздоровительный образ жизни студентов / Р.Т. Раевский, С.М. Канишевский; под общ. ред. Р.Т. Раевского. – Одесса: Наука и техника, 2008. – 556 с.
3. Теоретические основы оздоровительной физической культуры: учеб. пособие / авт.-сост.: Л.Н. Кривцун-Левшина, В.П. Кривцун. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2004. – 101 с.
4. Прохоров, Ю.М. Организационные и содержательные аспекты формирования физической культуры личности студента (на примере ВГУ имени П.М. Машерова) / Ю.М. Прохоров // Мир спорта. – 2016. – № 4(65). – С. 27–32.

REFERENCES

1. Kupchinov R.I. *Fisicheskoye vospitaniye: ucheb. posobiye dlia studentov podgot. ucheb.-trenirovoch. grupp uchrezhdenii, obespechivayushchikh polucheniye vyssh. obrazovaniya* [Physical Training: Textbook for Preliminary Group University Students], Mn., Teatra Systems, 2006, 352 p.
2. Rayevski R.T., Kanishevki S.M. *Zdorovyie, zdorovii i ozdorovitel'nyi obraz zhizni studentov* [Health, Healthy Lifestyle of students], Odessa, Nauka i tekhnika, 2008, 556 s.
3. Krivtsun-Levshina L.N., Krivtsun V.P. *Teoreticheskiye osnovi ozdorovitel'noi fizicheskoi kulturi: ucheb. posasbiye* [Theoretical Bases of Health Preserving Physical Training: Textbook], izd-vo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2004, 101 p.
4. Prokhorov Yu.M. *Nauchno-teoreticheski zhurnal «Mir sporta»* [Scientific and Theoretical Journal «World of sports»], Minsk, BGUFK, 2016, 4(65), pp. 27–32.

Поступила в редакцию 20.11.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: Prokhorovum@mail.ru – Прохоров Ю.М.

Использование опыта выдающихся славянских лекторов-ораторов XIX–XX веков в процессе развития риторической культуры современных преподавателей высших учебных заведений

Д.В. Будянский

*Учреждение образования «Сумской государственной педагогический университет
имени А.С.Макаренка» (Украина)*

В статье рассмотрен ораторский аспект преподавательской деятельности выдающихся ученых славянских народов (Беларуси, Украины, России) XIX–XX веков.

Цель статьи – изучить основные элементы ораторского мастерства выдающихся славянских лекторов, которые составляют фундамент риторической культуры современных преподавателей высших учебных заведений.

Материал и методы. *Исследование основано на научных трудах, посвященных анализу коммуникативно-творческой деятельности выдающихся ученых-преподавателей Беларуси, Украины и России. Для этого был использован следующий комплекс методов: системно-структурный анализ психологической, педагогической, исторической и ораторской литературы; систематизация и обобщение фактического материала; изучение актуального ораторско-преподавательского опыта и др.*

Результаты и их обсуждение. *На основе анализа преподавательской деятельности известных славянских ученых XIX – первой половины XX века были выделены основные риторические качества, которые можно считать составляющими риторической культуры современного преподавателя:*

- увлеченность научно-преподавательской деятельностью, значительный интерес к рассматриваемым научным вопросам;*
- глубокие и системные знания по профильной дисциплине и широкая общая эрудиция;*
- культура и техника речи: владение голосом, интонационное богатство, выразительность, логичность, образность, оригинальность изложения материала;*
- использование риторических средств привлечения и удержание внимания аудитории;*
- артистизм как способность к перевоплощению, а также яркой, эмоциональной, эстетической презентации лекционного материала.*

Заключение. *Фундамент риторической культуры составляют идеи, достижения выдающихся ученых-лекторов славянских государств (Беларуси, Украины и России). Изучение, осмысление и использование этого ценного опыта способствуют развитию риторической культуры и в целом повышению эффективности профессиональной деятельности современных преподавателей.*

Ключевые слова: *риторическая культура, академическое красноречие, лекция, ораторские приемы, артистизм.*

Application of the Experience of Outstanding Slavic Lecturers-Speakers of the XIX–XX Centuries in the Development of the Rhetorical Culture of Contemporary University Teachers

D.V. Budyanskiy

Makarenko Sumy State Pedagogical Universit (Ukraine)

The public speaking aspect of teaching activity of the outstanding Slavic scientists (Belarus, Ukraine, Russia) of XIX–XX centuries is described in the article.

The purpose of this article is to study the basic elements of public speaking skills of outstanding Slavic speakers who constitute the foundation of the rhetorical culture of the contemporary university teacher.

Material and methods. *The study is based on the scientific works devoted to the analysis of communicative and creative activities of outstanding scientists and teachers from Belarus, Ukraine and Russia. The author used the following set of methods: systemic-structural analysis of psychological, pedagogical, historical, and oratorical literature; systematization and generalization of factual material; study of current oratory-teaching experience, etc.*

Findings and their discussion. *The main rhetorical qualities, which can be considered as components of the modern teacher's rhetorical culture were allocated based on the analysis of teaching of outstanding Slavic scientists of the XIX – early XX centuries:*

- the passion for research and teaching activities, a significant interest in scientific issues;*
- a deep and systematic knowledge of the core discipline and a broad general knowledge;*
- the culture and the technique of speech: the mastery of the voice, the intonation richness, the expressiveness, the consistency, the imagery, the originality of material presentation;*
- the use of rhetorical means of attracting and retaining of the attention of the audience;*
- the artistry as the ability to reincarnation, as well as vivid, emotional, aesthetic presentation of the lecture material.*

Conclusion. *The foundation of the rhetorical culture consists of ideas, achievements of outstanding Slavic scientists-lecturers (Belarus, Ukraine and Russia). The study, understanding and use of this valuable experience contribute to the development of the rhetorical culture and, in general, increase of efficiency of professional activity of contemporary teachers.*

Key words: *rhetorical culture, academic eloquence, lectures, oratory, artistic skills.*

В современном мире, для которого характерны такие тенденции, как углубление глобализационных процессов, развитие современных коммуникационных технологий, формирование информационного общества, особую актуальность приобретает проблема совершенствования риторических качеств работников многих отраслей общественной жизни и, в первую очередь, образования. Процессы гуманизации, гуманитаризации и демократизации, которые сейчас определяют стратегическое направление развития образования, обуславливают необходимость перестройки учебно-воспитательного процесса на принципах сотрудничества и творческого, субъект-субъектного взаимодействия педагога и воспитанников. В таких условиях одной из важнейших составляющих профессиональной деятельности педагога считается *риторическая культура* [1].

Особое значение риторическая культура приобретает в профессиональной деятельности преподавателей высших учебных заведений, которая направлена не только на усвоение студентами необходимого объема знаний и формирование соответствующих компетенций, а также мировоззрения, ценностных приоритетов, личностной позиции по рассматриваемым вопросам, интереса к методологическим аспектам человеческого бытия; развитие гражданского и национального сознания; формирование потребностей в самореализации и самосовершенствовании, которые должны стать частью «Я» студента и в дальнейшем определять его профессиональный и жизненный путь.

Для эффективной реализации обозначенных важных задач преподаватель должен обладать высокоразвитой риторической культурой. Это профессионально необходимое качество проявляется в процессе педагогического общения, участия в профессиональных дискуссиях, выступлениях на научных форумах (конференциях, семинарах), чтении лекций и т.д.

Цель статьи – изучить основные элементы ораторского мастерства выдающихся славянских лекторов, которые составляют фундамент риторической культуры современных преподавателей высших учебных заведений.

Материал и методы. Исследование основано на научных трудах, посвященных анализу коммуникативно-творческой деятельности выдающихся ученых-преподавателей Беларуси, Украины и России. Для этого был использован следующий комплекс методов: системно-структурный анализ психологической, педагогической, исторической и ораторской литературы; систематизация и обобщение фактического материала; изучение актуального ораторско-преподавательского опыта и др.

Результаты и их обсуждение. Проблема развития риторических качеств педагога, как и много лет назад, так и сегодня является одной из наиболее актуальных в научно-образовательном пространстве. В нашем понимании риторическая культура – это динамическое системное личностное образование, которое характеризует достижения педагога в овладении риторическими знаниями и умениями, а также готовность применять их в процессе профессионально-речевого взаимодействия. Риторическая культура включает знания по истории, теории и практике ораторского искусства, в том числе идеи, опыт, достижения выдающихся лекторов-ораторов Беларуси, Украины, России и далекого зарубежья, а также педагогики, психологии, основ театрального и других видов искусства, педагогическую технику, культуру речи, полемическое мастерство, артистизм оратора и т.п. [1].

Однако на сегодня ораторско-лекторский опыт педагогов славянских государств недостаточно изучен в научной литературе.

Периодом наибольшего расцвета славянского академического (в том числе лекторского) красноречия аргументированно можно считать XIX – начало XX века [2]. Этому способствовали социальные, экономические, культурные изменения в обществе, плодотворное сотрудничество с высшими учебными заведениями Европы (обучение, стажировка и работа славянских ученых), формирование новых принципов, задач, форм и методов работы в сфере образования, что, в свою очередь, повлияло на качество профессиональной деятельности профессорско-преподавателей.

Такие знаковые для белорусского образования персоналии, как первый ректор Главной школы Великого княжества Литовского, выдающийся ученый математик и астроном М. Почобут-Одлянцкий (1728–1810), профессора ботаники С. Юндил (1761–1847 гг.) и И. Форстер (1729–1798); преподаватели Виленского университета: профессор химии и фармакологии А. Снядецкий (1768–1838), преподаватель высшей математики, талантливый ученый, ректор этого учебного заведения в 1823–1824 гг. Ю. Твардовский (1786–1840), профессор философии Ю. Голуховский (1797–1858), профессор греческого языка и римской литературы Г. Гродек (1762–1825), профессор кафедры всеобщей истории И. Лелевель (1786–1861), профессор кафедры экзегетики и герменевтики, исследователь славянской и древней истории М. Бобровский (1785–1848), первый ректор Белорусского государственного университета В. Пичета (1878–1947) [3] и другие сделали весомый вклад не только в развитие определенной научной отрасли, но и в становление славянского академического красноречия.

На наш взгляд, актуальным направлением научно-методических поисков является исследование ораторско-лекторской деятельности выдающихся просветителей Беларуси XIX–XX вв.: особенности манеры выступления перед аудиторией, использование ораторских средств и приемов с целью привлечения и удержания внимания аудитории, лучшего понимания и запоминания материала, владение голосом и невербальными средствами, литературная обработка текстов лекций и докладов и т.д. Этот ценный ораторско-лекторский опыт является фундаментом риторической культуры современных преподавателей высшей школы.

В Украине зарождение и развитие академического красноречия связано с функционированием Острожской школы и Киево-Могилянской Академии. Со временем оно развивается в стенах нескольких университетов (Киевского, Львовского, Харьковского и др.).

В работе «Краткий очерк истории Харьковского университета за первые сто лет его существования» на основе анализа профессиональной, в том числе лекторской, деятельности преподавателей были определены три категории лекторов:

- выдающиеся (мастерское преподавание своего предмета, глубокие знания по специальности, широкая общая эрудиция, выразительная речь, использование риторических приемов, оригинальность мышления и т.п. и, как следствие, высокий авторитет у студентов);
- средние (достаточный уровень знаний по специальности, профессиональное мастерство, умение адаптировать учебный материал к познавательным возможностям студенческой аудитории);
- неудовлетворительные (поверхностные знания по предмету, недобросовестное отношение к своим обязанностям, недостатки произношения, отсутствие эмоций, монотонное чтение текста лекции, неумение выражать мысль собственными словами и импровизировать) [4].

По выражению М. Костомарова такой профессор «...отбарабанил свою лекцию, мало обращая внимание, как легла на душу слушателей эта лекция и что она пробудила в их сердце и разуме, а студент считал, что выполнил свой долг тем, что вызубрил записанную им профессорскую лекцию и буквально воспроизвел ее на экзамене ...» [5, с. 479].

Весомый вклад не только в историческую науку, но в академическое красноречие совершили украинские историки-профессора: В. Домбровский (1810–1845) – талантливый лектор-преподаватель, который обладал даром речи и замечательной памятью, в результате чего его интересные лекции собирали полные аудитории [6], М. Драгоманов (1841–1895) – не только выдающийся ученый, писатель, общественный деятель, но и искусный оратор-преподаватель, обладавший широкой эрудицией, лекторским мастерством, благодаря чему пользовался заслуженным уважением среди студентов и коллег [7], Н. Костомаров (1817–1885), признаками ораторского мастерства которого были большой объем знаний, самостоятельность в оценке исторических личностей и событий, способность выражать мысли четко, понятно и последовательно [5] и др.

В плеяде знаковых украинских академических ораторов нельзя не упомянуть профессора и первого ректора Киевского университета Св. Владимира, выдающегося естествоиспытателя, фольклориста, историка, филолога М. Максимовича (1804–1873). Его исследовательский, педагогический, литературный таланты ценили А. Пушкин, Н. Гоголь, В. Жуковский.

Авторитет М. Максимовича как преподавателя базировался на уважительном отношении к студентам, воспитании у них эстетического отношения к слову, педагогическом мастерстве, которое, в частности, проявлялось в эмоциональном изложении учебного материала, при этом подчиненном строгой научной логике и последовательности [8].

Заслуживает внимания и ценный ораторский опыт российских ученых. Основоположниками русской риторики, в том числе академического красноречия, являются М. Ломоносов («Краткое руководство к красноречию»), И. Рижский («Опыт риторики»), А. Мерзляков («Краткая риторика»), М. Сперанский «Правила высшего красноречия», А. Кони «Советы лекторам», М. Кошанский («Частная риторика» и «Общая риторика») и др.

Данные работы и сегодня не утратили своей актуальности. Наиболее ценной для современного преподавателя, на наш взгляд, является книга выдающегося юриста, оратора и педагога А. Кони [9].

В этом небольшом, но содержательном труде представлены наиболее важные методические аспекты выступления преподавателя перед студенческой аудиторией, благодаря которым публичная речь становится максимально эффективной: приемы преодоления психологического волнения («...страх лектора уменьшается подготовкой и практикой» [9, с. 172]), техника, выразительность и логика речи лектора («...следует вообще менять тон – повышать и понижать его в связи со смыслом и значением данной фразы... Речь не должна произноситься одним махом; она должна быть речью, живым словом» [9, с. 173]), уместное использование невербальных средств, композиция, структура выступления, средства привлечения и удержания внимания аудитории, риторические тропы и фигуры и т.д. Лучшие речи, по мнению А. Кони, просты, ясны, понятны и полны глубокого смысла [9].

Одним из наиболее выдающихся представителей академического красноречия первой половины XX века по праву считался профессор Московского университета, преподаватель теоретической механики А. Минаков (1893–1954), который сделал весомый вклад в развитие не только исследуемой научной отрасли, но и в обогащение теории и практики лекторского мастерства.

Преподавательско-ораторская система А. Минакова базировалась на следующих основных принципах:

- исторический подход в изложении вопроса (прежде чем перейти к математическому оформлению понятия, теоремы и т.п., необходимо показать исторический путь, каким были получены эти результаты. Такой порядок изложения материала вызывает у студентов живой интерес к изучаемой проблеме, формирует четкое представление о значимости данного исследования для развития науки и общества в целом);

- воспитательный характер обучения (А. Минаков утверждал, что педагогический процесс, помимо воздействия на интеллект, оказывает очень сильное влияние на волю, эмоции и чувства. В связи с этим воспитывающее действие педагогического процесса и личности педагога нельзя заменить никакими методами, поскольку личность не может формироваться без участия другой личности»);

- виртуозность внешней техники преподавания (лектор должен в совершенстве владеть техникой и логикой речи, пластической выразительностью, эмоциональностью и выразительностью изложения. В этом отношении деятельность педагога очень близка к актерскому ремеслу);

- необходимость тщательной подготовки преподавателя к каждой лекции, а также постоянного профессионального и личностного самосовершенствования (преподаватель «должен работать над собой, как личностью, как человеком; он должен воспитывать, прежде всего, себя, предъявлять к себе строгие требования в отношении собственной дисциплины, честности, бескорыстности, и вообще всех тех качеств, которыми должен быть наделен гражданин нашей великой Родины..» [10, с. 22]);

- увлеченность преподавателя предметом изложения (сухое, лишённое эмоций и собственной оценки рассмотрение учебного материала приводит, как правило, к апатии, отсутствию интереса со стороны студентов. В связи с этим «...он должен любить свой предмет, свою работу и свою аудиторию и гореть перед нею живым пламенем научной страстности» [10, с. 22]);

- интеграция идей двух выдающихся педагогов XX века А. Макаренко и К. Станиславского с целью повышения результативности преподавательской деятельности (профессии педагога и актера имеют много общего в методологическом и методическом плане. Следовательно, методы развития творческих способностей актера (система К. Станиславского) являются эффективным инструментом повышения исполнительского (актерского, ораторского) мастерства преподавателя) [10].

Ценные идеи и методические наработки А. Минакова относительно повышения эффективности преподавательской деятельности, представленные в немногих дошедших до нашего времени работах выдающегося ученого и исследователя его творчества, составляют фундамент академического красноречия и способствуют развитию лекторского мастерства и, в целом, риторической культуры современных преподавателей высшей школы.

Весомый вклад в развитие русской лекторской школы также совершили профессора: математик П. Чебышев, физик Э. Ленц, зоолог К. Рулье, геолог А. Павлов, химик А. Воскресенский, математик Н. Лобачевский, филолог, философ, этнограф Н. Надеждин, историк, географ и статистик К. Арсентьев, философ и психолог А. Галич, преподаватель права А. Куницын, историк, правовед и психолог К. Кавелин, астроном и математик Д. Превощиков, физиолог И. Сеченов, математик И. Сомов, естествоиспытатель К. Тимирязев, ботаник Л. Ценковский и др.

В частности, мастером академического красноречия был известный историк, «лектор-художник» В. Ключевский (1841–1911). По свидетельству учеников характерными чертами В. Ключевского-лектора являлись широкая эрудиция, красота, оригинальность и образность речи, чувство юмора и т.п. Благодаря этому «...когда он произносил свои ... лекции и доклады, невозможно было оторвать внимание от его фразы и отвести глаз от его сосредоточенного лица. Сила его логики подчиняла ему ваш ум, художественность изложения пленяла душу, а неожиданные вспышки оригинального юмора, вызывая неудержимую улыбку, надолго западали в вашу память...» [9, с. 42]. Современники также отмечали интонационное богатство его речи, умение выделять ключевые места лекции усилением или понижением громкости голоса, мастерское использование логических и психологических пауз, умение доносить подтекст речи [9]. И все эти риторические средства были направлены не только на глубокое раскрытие темы, но и, в первую очередь, на активизацию интереса к данной дисциплине, а также интеллектуальное, эстетическое и этическое воспитание студентов.

Артистизм В. Ключевского, который проявлялся в умении вживаться в образы исторических личностей и говорить от их лица, был высоко оценен не только студентами и коллегами, но и профессиональными актерами: «События, взаимоотношения людей, сцены минувших времен рельефно и живо рисовались звуками слабого, но необычайно богатого интонацией голоса, отображались в мимике подвижного лица ... деятели исторического прошлого представляли в мастерском изображении профессора во всей неповторимой индивидуальности, со всеми достоинствами и недостатками, в величии своего исторического подвига, драматизме, а подчас и комизме своего положения» [2, с. 47].

Следует также отметить незаслуженно забытый в современной лекторской практике прием, который успешно использовал В. Ключевский, – словесной наглядности: «Ученый не только видел все живые детали, о которых рассказывал, но и умел передать свое видение аудитории, заражая ее своим отношением к изображаемому... Лектор говорил, а слушатели видели все то, что он рисовал аудитории при помощи слова. В этом проявлялось высокое мастерство лектора, в совершенстве владеющего приемом словесной наглядности» [2, с. 51].

Сам В. Ключевский отмечал высокое ораторско-лекторское мастерство своих наставников – профессоров Московского университета, выдающихся историков Т. Грановского (1813–1855) и С. Соловьева (1820–1879).

Общий ораторский образ (имидж) Т. Грановского составляли такие черты: глубокие знания, увлеченность историческими проблемами, изысканность речи, артистизм, выразившийся в умении мастерски «изображать лица, со всеми разнообразными сторонами их природы, со всеми их пристрастиями и увлечениями» [9, с. 190].

«Лекции Т. Грановского, в особенности его публичные чтения, вскоре стали крупнейшим общественно-политическим явлением. Слушатели по справедливости оценили не только ум выдающего ученого и талант лектора, но прежде всего искренность убеждений, “открыто благородный образ мыслей” профессора. Они рукоплескали не только свободной, независимой мысли ученого-гражданина, но и общественной устремленности трибуна» [2, с. 20].

По мнению Т. Грановского, главное достоинство лектора состоит в умении «шевелить и возбуждать игру ума» [2]. Сам ученый достигал этого, прежде всего, благодаря умению мыслить перед аудиторией, то есть находить новое, оригинальное выражение собственных мыслей в процессе публичного выступления, тем самым вовлекая студентов в процесс совместного научного поиска.

В лекциях Т. Грановского логика изложения, научная терминология и четкая аргументация находились в органичном единстве с художественным, литературным изложением материала. Это стимулировало интерес студентов к историческим событиям и персоналиям, способствовало глубокому запоминанию услышанного на лекции.

Характерной ораторской чертой еще одного выдающегося ученого-историка С. Соловьева было гармоничное соотношение содержания сказанного и формы его изложения, что, по мнению В. Ключевского, является чрезвычайно сложной и одновременно важной задачей каждого преподавателя. Ораторские средства и приемы С. Соловьева, в частности голос, тон и склад речи, манера чтения, давали понять студентам, что все, что говорилось, было тщательно продумано. Поэтому «...его мысль чистым и мощным зерном падала в разум слушателей» [9, с. 189].

Передовые русские ученые умело использовали методы, которые стимулировали самостоятельное, творческое, критическое мышление студенческой аудитории (риторический вопрос, проблемная ситуация и др.). В частности, академик И. Павлов приобщал студентов к совместному размышлению над научными проблемами при помощи риторических вопросов: «Где общая схема высшей нервной деятельности? Где общие правила этой деятельности? Перед этими законнейшими вопросами современные физиологи стоят поистине с пустыми руками» [2, с. 41]. Сформированный в работах выдающихся ученых-ораторов принцип понимания сущности метода лекции как «школы самостоятельного творческого мышления» лег в основу лекторской практики современных преподавателей.

Следует отметить, что использование риторических приемов, образность изложения материала, артистизм были характерны не только для преподавателей гуманитарных дисциплин, которые рассмотрены выше.

В этом контексте нельзя не вспомнить, какой глубокий след в методике вузовского обучения оставила преподавательская деятельность выдающегося биолога П. Лесгафта, химика Д. Менделеева, биолога А. Северцова, физиолога И. Сеченова, физиолога К. Тимирязева, физика Н. Умова и многих других [11]. Их лекции отличались глубиной содержания и в то же время доходчивостью, простотой изложения.

Так, А. Северцов (1866–1936) в процессе чтения лекций много импровизировал; обладая развитым воображением, широко использовал прием словесной наглядности, риторические тропы и фигуры (метафоры, сравнения, гиперболы, риторические вопросы и др.).

Выдающийся естествоиспытатель К. Тимирязев (1843–1920), по свидетельствам современников, обладал ярким артистизмом, который проявлялся в эмоциональности речи, интонационном богатстве, выразительной жестикуляции. Студентов поражала «...яркая сердечность порыва, соединенная с огромной культурой и расширением его интересов (на искусство, общественность, музыку, литературу)... Он не читал, он чертил свои мысли» [2, с. 45].

Профессор Н. Умов (1846–1915) благодаря оригинальным сравнениям, ярким словесным образам делал абстрактные понятия, сложные явления окружающего мира доступными для восприятия и легкими для запоминания [2].

Характерной чертой манеры выступления перед аудиторией выдающегося лектора П. Лесгафта (1837–1909) была эмоциональность, которая являлась следствием искренней увлеченности исследователя предметом изучения. Внимание студенческой аудитории на его лекциях также привлекали яркие образы и неожиданные сравнения природных явлений с жизненными фактами и наблюдениями [2].

Выдающийся ученый-биолог И. Мечников (1845–1916) как академический оратор отличался свободной манерой выступления, умением держать внимание аудитории, ясностью и образностью изложения научной проблемы. Своим трудам И. Мечников предавал литературную форму. От своих учеников он так же требовал, чтобы научная работа была интересной, в определенном смысле художественной [11].

По свидетельству очевидцев, профессор кафедры химии Киевского университета С. Зенович (1779–1856) в процессе чтения доклада или лекции входил в пафос, голос его приобретал особенное возвышенное звучание и сам докладчик предстал перед слушателями в новом образе [12].

Д. Менделеев (1834–1907) во время выступления перед аудиторией мастерски менял высоту и громкость голоса, использовал ораторские приемы, в том числе метафоры, сравнения, риторические вопросы. В его ораторской манере гармонично сочетались доступность, логика и эмоциональность изложения [12].

Не остались в стороне от этой проблематики и литераторы XIX века. Так, писатель и ученый, адъюнкт-профессор Петербургского университета Н. Гоголь в работе «Об академическом красноречии» утверждал, что профессор должен в высшей степени владеть вниманием слушателей, что достигается простотой и доступностью изложения («Истинно высокое одето величественной простотой: где величие, там и простота ... многосложность и большое обилие предметов не дадут возможности удержать всего в мыслях» [9, с. 112]), эмоциональностью и образностью («Слог профессора должен быть увлекательный, огненный... Нельзя вообразить, не испытавши, какое вредное влияние происходит от того, если слог профессора вял, сух и не имеет той живости, которая не дает мыслям ни на минуту рассыпаться» [9, с. 112]), использованием сравнений («Как часто понятное еще более поясняется сравнением! И потому эти сравнения он должен брать из предметов самых знакомых слушателям. Тогда и идеальное и отвлеченное становится понятным» [9, с. 112]) и других риторических средств.

Интересовался вопросами ораторского искусства и А. Чехов («Хорошая новость»). По его мнению, чиновники, представители духовенства, юристы, профессора и представители других профессий, связанных с речевой деятельностью, должны быть одновременно и профессиональными ораторами, поскольку «цветами красноречия был усыпан путь ко всякой карьере...» [9, с. 150]. При этом уровень риторической культуры современников следует считать низким, потому что «у нас совсем нет людей, умеющих выражать свои мысли ясно, кратко и просто» [9, с. 149]. Поэтому, учитывая то, что «...для интеллигентного человека дурно говорить следует считать такой же непристойностью, как не уметь читать и писать» [9, с. 150], риторика должна занять важное место в системе образования.

Таким образом, на основе анализа преподавательской деятельности известных славянских ученых XIX – первой половины XX века выделим основные риторические качества, которые можно считать составляющими риторической культуры современного преподавателя:

- глубокие и системные знания по профильной дисциплине и широкая общая эрудиция;
- увлеченность научно-преподавательской деятельностью, значительный интерес к рассматриваемым научным вопросам;

– культура и техника речи: владение голосом, интонационное богатство, выразительность, логичность, образность, оригинальность изложения материала;
– использование риторических средств привлечения и удержание внимания аудитории;
– артистизм как способность к перевоплощению, а также яркой, эмоциональной, эстетической презентации лекционного материала.

Заключение. В структуре профессиональной деятельности современного преподавателя высшей школы риторическая культура занимает важное место. От ее уровня напрямую зависят глубина и объем знаний студентов, их интерес и эмоционально-личностное отношение к научным дисциплинам, а также уровень сформированности мировоззрения, моральных качеств, патриотизма и т.п.

В связи с этим актуальным направлением научно-практических поисков, на наш взгляд, является разработка системы развития риторической культуры преподавателей высших учебных заведений как на этапе подготовки к профессиональной деятельности, так и в процессе ее осуществления. В основе этой системы – идеи, достижения выдающихся ученых-лекторов Беларуси, Украины и России. Изучение, осмысление и использование этого ценного опыта способствует развитию риторической культуры и, в целом, повышению эффективности профессиональной деятельности современных преподавателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будянский, Д.В. Теоретические основы риторической культуры преподавателя высшего учебного заведения как научная проблема / Д.В. Будянский // Журнал Министерства народного просвещения. – 2015. – № 3. – С. 12–19.
2. Чихачев, В.П. Лекторское красноречие русских ученых XIX века / В.П. Чихачев. – М.: Знание, 1987. – 96 с.
3. Университетоведение: учеб.-метод. пособие / О.А. Яновский [и др.]. – Минск: БГУ, 2011. – 343 с.
4. Багалея, Д.И. Краткий очерк истории Харьковского университета за первые сто лет его существования (1805–1905) / Д.И. Багалея, Н.Ф. Сумцов, В.П. Бузескул. – М.: Книга по требованию, 2012. – 355 с.
5. Русская риторика: хрестоматия / авт.-сост. Л.К. Граудина. – М.: Просвещение: Учеб. лит., 1996. – 559 с.
6. Тарасенко, О.О. Школа істориків університету Св. Володимира: штрихи до творчого портрету Василя Федоровича Домбровського / О.О. Тарасенко // ScienceRise. – 2015. – № 1(12). – С. 37–41.
7. Терзіійська, Л. Професор М. Драгоманов – видатний викладач Софійського університету / Л. Терзіійська // Пам'ять століть. – 2003. – № 5. – С. 42–45.
8. Вовк, М.П. Фольклористика у класичних університетах України (друга половина XIX – початок XXI ст.): навч. посібн. / М.П. Вовк. – К.: Ін-т пед. освіти і освіти дорослих НАПН України, 2014. – 202 с.
9. Об ораторском искусстве: сб. ст. / авт.-сост. А.В. Толмачев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Политиздат, 1973. – 367 с.
10. Минаков, А.П. О творческом методе в преподавании / А.П. Минаков // Вестник высшей школы. – 1946. – № 5–6. – С. 19–22.
11. Карнауш, Н.В. Требования к личности преподавателя в истории российской высшей школы / Н.В. Карнауш // Знание. Понимание. Умение. – 2007. – № 3. – С. 39–46.
12. Ковтун, Г. «Дивацтва» хіміків / Г. Ковтун // Світогляд. – 2006. – № 2. – С. 82–85.

REFERENCES

1. Budiansky D.V. *Zhurnal ministerstva narodnogo prosveshcheniya* [Journal of the Ministry of Public Education], 2015, 3, pp. 12–19.
2. Chykhachev V.P. *Lektorskoye krasnorechiye russkikh uchenikh XIX veka* [Lecture Eloquence of Russian Scientists of the XIX Century], M., Znaniye, 1987, 96 p.
3. Yanovskiy O.A. *Universitetovedeniye: ucheb.-metod. posobiye* [University Science: Textbook], Minsk, BGU, 2011, 343 p.
4. Bahgalei D.Y., Sumtsov N.F., Buzeskul V.P. *Kratki ocherk istorii Kharkovskogo universiteta za perviye sto let yego sushchestvovaniya (1805–1905)* [A Short History of Kharkov University during the First Hundred Years of its Existence (1805–1905)], M., Knyga po trebovaniyu, 2012, 355 p.
5. Graudyna L.K. *Russkaya ritorika: khrestomatiya* [Russian Rhetoric: a Reader], M., Prosveshcheniye: Ucheb. lyt., 1996, 559 p.
6. Tarasenko O.O. *ScienceRise*, 2015, 1(12), pp. 37–41.
7. Terziiska L. *Pamiyat stolit* [Memory of Centuries], 2003, 5, pp. 42–45.
8. Vovk M.P. *Folkloristika u klasichnikh universitetakh Ukraini (druga polovina XIX – pochatok XXI st.): Navch. posibn.* [Folklore in Classical Universities of Ukraine (second half of XIX – beginning of XXI centuries): Study Guide], K., In-t ped. osvity i osvity doroslykh NAPN Ukrainy, 2014, 202 p.
9. Tolmachev A.V. *Ob oratorskom iskusstve: sb. st.* [About Oratory: Collection of Articles], M., Polytyzdat, 1973, 367 p.
10. Minakov A.P. *Vestnyk vysshei shkoly* [Journal of Higher School], 1946, 5–6, pp. 19–22.
11. Karnaukh N.V. *Znanye. Ponymanye. Umenye* [Knowledge. Understanding. Ability], 2007, 3, pp. 39–46.
12. Kovtun G. *Svitogliad* [World Outlook], 2006, 2, pp. 82–85.

Поступила в редакцию 02.02.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: budianskiy@list.ru – Будянский Д.В.