

0171  
ISSN 2074-8566



# ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА  
ЎНІВЕРСІТЭТА



2015 N 5(89)

# ВЕСНІК

Віцебскага дзяржаўнага  
ўніверсітэта

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ  
ЧАСОПІС

*Выдаецца з верасня 1996 года  
Выходзіць чатыры разы ў год*

---

**2015 № 5(89)**

---

**Рэдакцыйная калегія:**

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

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

**Рэдакцыйны савет:**

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

**Сакратарыят:**

**Г.У. Разбоева** (*адказны сакратар*),  
**В.Л. Пугач, Т.Я. Сафранкова, А.М. Фенчанка**

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

**Адрас рэдакцыі:**

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33,  
пакой 202, т. 21-48-93.  
E-mail: [nauka@vsu.by](mailto:nauka@vsu.by)  
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 20.11.2015. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.  
Ум. друк. арк. 14,41. Ул.-выд. арк. 11,84. Тыраж 100 экз. Заказ 164.

**Математика**

*Храмцов О.В.* Управляемость линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений при наличии комбинированного управления ... 5

*Никитин А.И.* Локальное существование решений начально-краевой задачи для системы полулинейных параболических уравнений с нелинейными нелокальными граничными условиями ..... 14

*Герман А.В.* Об асимптотике поведения аппроксимаций Эрмита–Паде системы экспонент ..... 20

**Біологія**

*Чиркин А.А., Степанова Н.А., Гурская А.И., Тетерев А.Г., Горшкова Н.Н., Дауб М.Н., Цецохо А.В.* Зависимость лабораторных показателей обмена веществ и функционального состояния организма от возраста спортсменов в интервале 12–18 лет .. 25

*Торбенко А.Б., Красовская И.А., Дорофеев С.А., Морозов И.М., Тимошкова А.Д.* Об оптимизации охранного режима заказников «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито» ..... 31

*Гершензон З.С.* Особенности формирования консортивных связей молей-ипономеутид (Lepidoptera, Yponomeutidae) .. 37

*Гусев А.П., Веселкин Д.В.* Начальные стадии сукцессии на песчаных техноэкоотопах в широколиственно-лесном и южнотаежном ландшафтах ..... 41

*Быстряков В.П., Авраменко Р.В.* Методика определения бенз(а)пирена в аэрозоле сигаретного дыма методом высокоэффективной жидкостной хроматографии ... 47

**Педагогіка**

*Борисевич И.С., Аршанский Е.Я.* О профессионально-методической направленности изучения вузовского курса физической и коллоидной химии ..... 54

*Бумаженко Н.И., Швед М.В., Галдобенко Е.В.* Особенности эмоциональной сферы младших школьников с интеллектуальной недостаточностью ..... 64

**Mathematics**

*Khramtsov O.V.* Controllability of Linear Stationary Differential Equation Systems with Composite Control ..... 5

*Nikitin A.I.* Local Existence of Solutions of the Initial-Boundary Value Problem for the System of Semilinear Parabolic Equations with Nonlinear Nonlocal Boundary Conditions ..... 14

*Herman A.V.* About the Asymptotic Behavior of Hermite–Pade System of Exponentials ..... 20

**Biology**

*Chirkin A.A., Stepanova N.A., Gurskaya A.I., Teterev A.G., Gorshkova N.N., Daub M.N., Tsetsocho A.V.* Dependence of Laboratory Metabolic Rate and Functional State of the Organism on the Age of 12–18 Year Old Athletes ..... 25

*Torbenko A.B., Krasovskaya I.A., Dorofeyev S.A., Morozov I.M., Timoshkova A.D.* About the Optimization of the Protection Mode of «Belozerskiye Vydmy» and «Glubokoye–Ostrovito» Reserves ..... 31

*Gershenson Z.S.* Peculiarities of Consortive Connections of Yponomeutid Moths (Lepidoptera, Yponomeutidae) ..... 37

*Gusev A.P., Veselkin D.V.* Initial Stages of Succession on Sand Technoecotopes in the Broad-Leaved Forest and Southern Taiga Landscapes ..... 41

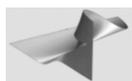
*Bystriakov V.P., Avramenko R.V.* Identification Methods of Benzo(a)Pyrene in Aerosole of Cigarette Smoke by High Resolution Liquid Chromatography ..... 47

**Pedagogy**

*Borisevich I.S., Arshanski E.Ya.* On Professional and Methodological Aiming of the University Course of Physical and Colloid Chemistry ..... 54

*Bumazhenko N.I., Shved M.V., Galdobenko E.V.* Features of Emotional Sphere of Elementary School Students with Mental Retardation ..... 64

<b>Попова И.Е., Бегидова Т.П.</b> Функциональные особенности кардиореспираторной системы пловцов с нарушением зрения и поражением опорно-двигательного аппарата .....	69	<b>Popova I.E., Begidova T.P.</b> Functional Features of Cardio Respiratory System of Swimmers with Visual Impairment and Failures of the Muscular Skeletal System .....	69
<b>Турковский В.И.</b> Понятийная культура в системе факторов становления исследовательской компетентности у студентов и магистрантов педагогических специальностей университета .....	75	<b>Turkovski V.I.</b> Conceptual Culture in the System of Factors Shaping Would Be Teacher Student and Master's Degree Student Research Competence .....	75
<b>Руденик В.В.</b> Совершенствование процесса обучения в сфере физической подготовки военнослужащих .....	86	<b>Rudenik V.V.</b> Improvement of the Teaching Process in the Field of Military Men Physical Training .....	86
<b>Орлова А.П., Тетерина В.В.</b> Глобальные тенденции реформирования образования в современном мире .....	94	<b>Orlova A.P., Teterina V.V.</b> Contemporary Global Tendencies of Education Reform .....	94
<b>Ракицкая А.В.</b> О прогностических показателях синдрома эмоционального выгорания у педагогов .....	101	<b>Rakitskaya H.V.</b> About Predictor of Teacher Burnout Syndrome .....	101
<b>Турковская Е.В.</b> Коммуникативный подход в структуре современных методических концепций обучения иностранным языкам .....	107	<b>Turkovskaya E.V.</b> Communicative Approach in the Structure of Contemporary Methodological Concepts of Teaching Foreign Languages .....	107
<b>Березина В.А., Вержибок Г.В.</b> Здоровье как личная и общественная ценность ...	116	<b>Berezina V.A., Verzhybok G.V.</b> Health as a Personal and Social Value .....	116



УДК 517.91:517.977.1

## Управляемость линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений при наличии комбинированного управления

**О.В. Храмов**

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

*Одним из разделов теории оптимальных процессов является проблема полной управляемости линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений в различных классах управляющих воздействий. Полная управляемость означает возможность построения программного управляющего воздействия, переводящего состояние системы за конечный промежуток времени из любого наперед заданного начального состояния в любое наперед заданное конечное состояние.*

*Цель работы – найти условия наличия свойства полной управляемости линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений в новом классе комбинированных управляющих воздействий, состоящих из линейной комбинации функции управления, интеграла и производной от этой функции.*

**Материал и методы.** *Объектом исследования является аналитическое представление управляемого процесса в виде линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. В работе используются методы теории систем линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений; метод проблемы моментов; методы матричного анализа теории матриц.*

**Результаты и их обсуждение.** *В данной работе все множество линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений разбито на четыре класса. В каждом классе получен критерий полной управляемости при наличии комбинированного управления. Все результаты являются новыми, ибо получены для не изучаемого ранее случая комбинированного управления.*

**Заключение.** *В работе предложен алгоритм проверки наличия свойства полной управляемости линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений в новом классе комбинированных управляющих воздействий.*

**Ключевые слова:** *системы обыкновенных дифференциальных уравнений, автоматическое управление, полная управляемость.*

## Controllability of Linear Stationary Differential Equation Systems with Composite Control

**O.V. Khrantsov**

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

*One of the sections of the theory of optimal processes is the issue of total controllability over linear stationary systems of ordinary differential equations in different classes of control impact. Total controllability means possibility of building software control impact, which transfers the state of the system within a finite period of time from any initially programmed primary state into any initially programmed final state.*

*The purpose of the work is to find conditions of the presence of qualities of total controllability over linear stationary systems of ordinary differential equations in a new class of combined controllability impacts, which consist of a linear combination of the control function, integral and this function derivative.*

**Material and methods.** *The object of the research is analytical picture of the control process in the form of a linear stationary system of ordinary differential equations. Methods of the theory of the systems of linear stationary systems of ordinary differential equations, the method of moment problem, methods of matrix analysis of the matrix theory are used in the work.*

*Findings and their discussion.* In the work the multitude of linear stationary systems of ordinary differential equations is divided into four classes. For each class the criterion of total controllability with the presence of combined controllability is obtained. All the findings are new for they were obtained for the case of combined controllability which had not been studied previously.

*Conclusion.* An algorithm of the check of presence of the feature of total controllability of linear stationary systems of ordinary differential equations in the new class of combined controllability impacts is offered in the work.

**Key words:** linear stationary differential equation systems, automatic control, total controllability.

В данной работе объектом исследования являются стационарные системы обыкновенных дифференциальных уравнений, которые линейны по состоянию и по управляющему воздействию. Изучается свойство полной управляемости таких систем, т.е. возможность построения управляющего воздействия, переводящего состояние системы за конечный промежуток времени из любого наперед заданного начального состояния в любое наперед заданное конечное состояние. Это свойство хорошо рассмотрено в математической литературе в случае управления, состоящего из вектор-функции (см., например, [1–4]). Управляемость в различных классах функций управления изучена в [5–6]. В настоящей работе свойство полной управляемости исследуется в предположении, что управляющее воздействие носит комбинированный характер: управляющее воздействие состоит из функции управления, интеграла и производной от этой функции.

Цель статьи – получение условий полной управляемости в случае комбинированного управления. Все множество изучаемых систем разбито на четыре класса, для каждого из которых доказан критерий наличия свойства полной управляемости. Эти критерии носят ранговый характер от некоторых матриц, составленных по известным матрицам исходной системы.

**Материал и методы.** Объектом исследования является аналитическое представление процесса в виде линейной стационарной систем обыкновенных дифференциальных уравнений. В работе используются метод Эйлера построения фундаментальной матрицы решений однородных линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений; метод Коши построения общего решения неоднородных линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений; метод проблемы моментов; методы матричного анализа теории матриц.

**Результаты и их обсуждение.** В данной статье все множество изучаемых дифференциальных систем разбито на четыре класса. В каждом классе получен критерий полной управляемости при наличии комбинированного управления. Все результаты являются новыми, ибо получены для не изучаемого ранее случая комбинированного

управления, состоящего из функции управления, интеграла и производной от этой функции.

I. Рассматривается процесс, описываемый линейной стационарной системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = Ax + bu + c \int_0^t u(s) ds + k\dot{u}, \quad (1)$$

где  $x \in \mathbf{R}^n$  – выход, состояние системы;  $u \in \mathbf{R}^1$  – вход, управление, непрерывно дифференцируемая скалярная функция;  $A$  – постоянная вещественная  $(n \times n)$ -матрица,  $b, c, k$  – ненулевые вещественные постоянные  $n$ -векторы.

Для заданной скалярной функции  $u$  система (1) имеет единственное решение [7, с. 227] с начальным условием

$$x(0) = x^0. \quad (2)$$

Рассмотрим свойство полной управляемости системы (1) в смысле следующего определения [1, с. 177].

**Определение 1.** Система (1) называется вполне управляемой, если для произвольных конечных состояний  $x^0, x^1 \in \mathbf{R}^n$  существуют конечный момент  $t_1 > 0$  и непрерывно дифференцируемое управление  $u = u(t, x^0, x^1)$ ,  $t \in [0, t_1]$ , такие, что для некоторого решения системы (1) наряду с условием (2) выполняется условие

$$x(t_1) = x^1. \quad (3)$$

1. Вначале рассматривается случай, когда векторы  $b$ ,  $c$  и  $k$  попарно не коллинеарны.

Однородная система

$$\dot{y} = Ay \quad (4)$$

имеет общее решение [1, с. 157, 171]

$$y = \exp(At)y^0 = \sum_0^{m-1} \alpha_i(t)A^i y^0, \quad (5)$$

где  $m$  – степень минимального полинома матрицы  $A$ ,  $\alpha_i(t)$  – коэффициенты интерполяционного полинома Лагранжа–Сильвестра, построенного для функции  $\exp(At)$  [1, с. 178].

Имеет место

**Теорема 1.** В случае, когда векторы  $b$ ,  $c$  и  $k$  не коллинеарны, система (1) вполне управляема тогда и только тогда, когда существует конеч-

ное значение аргумента  $t_1 > 0$ , при котором выполнено ранговое условие

$$\text{rank} Q(-t_1) = n, \quad (6)$$

где

$$Q(t) \equiv [r, Ar, \dots, A^{m-1}r, -k, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(t)A^i k, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(t)A^i d],$$

$$r = c - Ab + A^2k, \quad d = b - Ak; \quad m \in \{n, n-1, n-2\}.$$

**Доказательство.** 1. Согласно теореме Кэли–Гамильтона [1, с. 179] справедливо разложение

$$A^m = -l_0E - l_1A - \dots - l_{m-1}A^{m-1}. \quad (7)$$

Здесь  $l_i$  – коэффициенты в минимальном полиноме матрицы  $A$ .

После подстановки (5) в (4) и элементарных преобразований получим

$$\begin{aligned} & [E(\dot{\alpha}_0 + l_0\alpha_{m-1}) + A(\dot{\alpha}_1 - \alpha_0 + l_1\alpha_{m-1}) + \\ & + A^2(\dot{\alpha}_2 - \alpha_1 + l_2\alpha_{m-1}) + \dots + \\ & + A^{m-1}(\dot{\alpha}_{m-1} - \alpha_{m-2} + l_{m-1}\alpha_{m-1})]y^0 \equiv 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Существует вектор  $y^0$ , что ранг матрицы коэффициентов в (8) удовлетворяет условию  $\text{rank} [Ey^0, Ay^0, \dots, A^{m-1}y^0] = m$ .

Поэтому тождество (8) имеет место тогда и только тогда, когда вектор  $\alpha = (\alpha_0, \dots, \alpha_{m-1})^T$  (символ  $(\dots)^T$  означает транспонирование) удовлетворяет системе

$$\dot{\alpha} = L\alpha, \quad L = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & -l_0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 & -l_1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & -l_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & -l_{m-1} \end{bmatrix}.$$

Тогда

$$\dot{\alpha}(-t) = -L\alpha(-t). \quad (9)$$

(Здесь  $l_i$  – коэффициенты в минимальном полиноме матрицы  $A$  из (7)).

2. Общее решение для системы (1) записывается в виде [1, с. 178]

$$x(t) = \exp(At)[x^0 + \int_0^t \exp(-At)(bu(t) + cw(t) + ku)dt], \quad (10)$$

где  $w = \int_0^t u(s)ds$ .

Если воспользоваться формулой (5), то в момент  $t = t_1$  из равенства (10) получим равенство

$$h = Q_1 \int_0^{t_1} \alpha(-t)u(t)dt + Q_2 \int_0^{t_1} \alpha(-t) \int_0^t u(s)dsdt + Q_3 \int_0^{t_1} \alpha(-t)\dot{u}(t)dt, \quad (11)$$

где  $Q_1 = [b, Ab, \dots, A^{m-1}b]$ ,  $Q_2 = [c, Ac, \dots, A^{m-1}c]$ ,  $Q_3 = [k, Ak, \dots, A^{m-1}k]$ ,  $h = \exp(-At_1)x^1 - x^0$ .

Вычислим с учетом (9) следующие интегралы по частям:

$$\begin{aligned} \int_0^{t_1} \alpha(-t)u(t)dt &= \alpha(-t_1) \int_0^{t_1} u(t)dt - \int_0^{t_1} \dot{\alpha}_{m-1}(-t) \int_0^t u(s)dsdt = \\ &= \alpha(-t_1) \int_0^{t_1} u(t)dt - L \int_0^{t_1} \alpha(-t) \int_0^t u(s)dsdt. \end{aligned} \quad (12)$$

Аналогично вычислим дважды с учетом (9) следующие интегралы по частям:

$$\begin{aligned} \int_0^{t_1} \alpha(-t)\dot{u}(t)dt &= (\alpha(-t)u(t)) \Big|_0^{t_1} - \\ &- L\alpha(-t_1) \int_0^{t_1} u(t)dt + L^2 \int_0^{t_1} \alpha(-t) \int_0^t u(s)dsdt. \end{aligned} \quad (13)$$

Так как

$$L^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -l_0 & 0 + l_0l_{m-1} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -l_1 & -l_0 + l_1l_{m-1} \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & -l_2 & -l_1 + l_2l_{m-1} \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & -l_3 & -l_2 + l_3l_{m-1} \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & -l_4 & -l_3 + l_4l_{m-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -l_{m-1} & -l_{m-2} + l_{m-1}l_{m-1} \end{bmatrix},$$

то после подстановки (12) и (13) в (11) и последующих вычислений с учетом (7) получим

$$\begin{aligned} h &= (Q_2 - Q_1L + Q_3L^2) \int_0^{t_1} \alpha(-t)w(t)dt + \\ &+ Q_3(\alpha(-t_1)u(t_1) - \alpha(0)u(0)) + \\ &+ [Q_1 - Q_3L] \alpha(-t_1) \int_0^{t_1} u(t)dt = \{ [c, Ab, \dots, A^{m-1}] - \\ &- [Ab, A^2b, \dots, A^mb] + \\ &+ [A^2k, A^3k, \dots, A^{m-1}k, A^mk, A^{m+1}k] \} \times \\ &\times \int_0^{t_1} \alpha(-t)w(t)dt + \sum_0^{m-1} \alpha_i(-t_1)A^i ku(t_1) - ku(0) + \end{aligned}$$

$$+([b, Ab, \dots, A^{m-1}b] - [Ak, A^2k, \dots, A^mk])\zeta$$

$$\zeta \alpha(-t_1) \int_0^{t_1} u(t) dt.$$

Или

$$h = [r, Ar, \dots, A^{m-1}r, -k, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(-t_1) A^i k, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(-t_1) A^i d] p,$$

$$r = c - Ab + A^2k, \quad d = b - Ak, \quad m \in \{n, n-1, n-2\}.$$

Таким образом, для полной управляемости системы (1) необходима разрешимость алгебраической системы относительно вектора  $p$

$$h = Q(t)p, \quad p = (p_0, p_1, \dots, p_{m-1}, p_m, p_{m+1}, p_{m+2})^T, \quad (14)$$

при этом

$$p_m = u(0), \quad (15)$$

$$p_{m+1} = u(t_1), \quad (16)$$

$$p_{m+2} = w(t_1), \quad (17)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0 = \int_0^{t_1} \alpha_0(-t) w(t) dt, \\ p_1 = \int_0^{t_1} \alpha_1(-t) w(t) dt, \\ \dots \\ p_{m-1} = \int_0^{t_1} \alpha_{m-1}(-t) w(t) dt, \end{array} \right. \quad (18)$$

здесь

$$w(t) = \int_0^t u(s) ds, \quad (19)$$

и матрица  $Q(t)$  определена в (6). Для разрешимости задачи полной управляемости необходимо и достаточно, чтобы были разрешимы система (14) и расширенная проблема моментов (15)–(18). Первое требование выполняется согласно условию (6) теоремы 1. Покажем выполнимость второго требования.

3. Решение расширенной проблемы моментов будем искать в классе непрерывных функций

$$u = C_0 + 2C_1 t + 3C_2 t^2 + f(t), \quad C_i \in \mathbf{R}^1, \quad (20)$$

с подлежащими определению параметрами  $C_0, C_1, C_2$  и непрерывной функцией  $f$ . Тогда из определения (19) имеем

$$w(t) = C_0 t + C_1 t^2 + C_2 t^3 + \int_0^t f(t) dt, \quad w(0) = 0. \quad (21)$$

В силу линейной независимости функций  $\alpha_i(t), i = 0, \dots, m-1$ , проблема моментов (18) имеет [8, с. 66] решение  $w(t), t \in [t_0, t_1]$ , в том числе и в классе непрерывно дифференцируемых функций с условием  $w(0) = 0$ .

Тогда условия (15)–(17) принимают вид

$$\left\{ \begin{array}{l} p_m = C_0 + f(0), \\ p_{m+1} = C_0 + 2C_1 t_1 + 3C_2 t_1^2 + f(t_1), \\ p_{m+2} = C_0 t_1 + C_1 t_1^2 + C_2 t_1^3 + \int_0^{t_1} f(t) dt. \end{array} \right. \quad (22)$$

Линейная алгебраическая система (22) имеет единственное решение  $C_0, C_1, C_2$ . Так как функция  $w(t)$  известна, то, взяв производную от тождества (21), найдем функцию  $f(t)$ . Тем самым управление (20), решающее задачу полной управляемости, найдено. Теорема 1 доказана.

II. Критерий полной управляемости (6) довольно громоздкий. В этом пункте доказывается более простой критерий. Справедлива

**Теорема 2.** В случае, когда векторы  $b, c$  и  $k$  не коллинеарны, система (1) вполне управляема тогда и только тогда, когда выполнено ранговое условие

$$\text{rank} Q = n, \quad (23)$$

где  $Q = [r, Ar, \dots, A^{m-1}r, k, d], \quad r = c - Ab + A^2k, \quad d = k - Ab$ .

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** Согласно теореме 1 требуется доказать, что утверждение (22) теоремы 2 обеспечивает выполнимость условия

$$\text{rank} Q(-t_1) = n, \quad (24)$$

где  $Q(t) \equiv [r, Ar, \dots, A^{m-1}r, -k, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(t) A^i k, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(t) A^i d],$

$$r = c - Ab + A^2k, \quad d = k - Ab, \quad m \in \{n, n-1, n-2\}.$$

Рассмотрим алгоритм последовательного отыскания матрицы наибольшего ранга  $n$  из списка  $S$  матриц

$$R_n = [r, Ar, \dots, A^{n-1}r],$$

$$R_{n-1,0,0} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, k], \quad \mu \in \{n-1, n\},$$

$$R_{n-1,i,0} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, A^i k], \quad \mu \in \{n-1, n\},$$

$$i = \overline{1, m-1}, \quad (S)$$

$$R_{n-1,0,0^*} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, d], \quad \mu \in \{n-1, n\},$$

$$R_{n-1,0,i} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-2}r, A^i d], \quad \mu \in \{n-1, n\},$$

$$i = \overline{1, m-1},$$

$$R_{n-2,0} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, k, d], \quad \mu \in \{n-2, n-1, n\}.$$

Шаг 1. Пусть  $m = n$ . Для матрицы  $R_n = [r, Ar, \dots, A^{n-1}r]$  имеет место одна из двух возможностей

$rankR_n = n$ , (A) или  $rankR_n < n$ . (Б).

В случае (A) условие (24) выполняется и алгоритм заканчивается. В случае (Б) переходим к следующему шагу.

Шаг 2. Пусть  $rankR_n = n - 1$ . Для каждой матрицы  $R_{n-1,0,0} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, k]$ ,  $\mu \in \{n-1, n\}$ , имеет место одна из двух возможностей

$$rankR_{n-1,0,0} = n, \text{ (A1) или } rankR_{n-1,0,0} < n. \text{ (Б1)}$$

В случае (A1) условие (24) выполняется и алгоритм заканчивается. В случае (Б1) переходим к следующему шагу.

Шаг 3. Ввиду предположения (Б1) для каждой матрицы  $R_{n-1,i,0} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, A^i k]$ ,  $\mu \in \{n-1, n\}$ ,  $i = \overline{1, m-1}$ , имеет место условие

$$rankR_{n-1,i,0} < n, \text{ т.е. } \det R_{n-1,i,0} = 0. \text{ (Б2)}$$

Действительно. В силу (Б1) существует вектор  $q \in \mathbf{R}^{\mu-1}$  такой, что  $k = Rq$ , где  $R = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r]$ . Тогда матрица  $R_{n-1,i,0} = [R, A^i Rq]$  ввиду теоремы Кэли-Гамильтона (7) обладает свойством (Б2).

Шаг 4. Если  $rankR_n = n - 1$ , то для каждой матрицы  $R_{n-1,0,0^*} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, d]$ ,  $\mu \in \{n-1, n\}$ , имеет место одна из двух возможностей

$$rankR_{n-1,0,0^*} = n, \text{ (A3) или } rankR_{n-1,0,0^*} < n. \text{ (Б3)}$$

В случае (A3) условие (24) выполняется и алгоритм заканчивается. В случае (Б3) переходим к следующему шагу.

Шаг 5. В силу предположения (Б3) аналогично шагу 3 можно показать, что для каждой матрицы  $R_{n-1,0,i} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, A^i d]$ ,  $\mu \in \{n-1, n\}$ ,  $i = \overline{1, m-1}$ , имеет место условие

$$rankR_{n-1,0,i} < n, \text{ т.е. } \det R_{n-1,0,i} = 0. \text{ (Б4)}$$

Пусть теперь  $rankR_n = n - 2$ . Введем в рассмотрение матрицу

$$R_{n-2,0}^* = [r, Ar, \dots, A^{n-3}r, k, d] = [R, k, d].$$

Отметим тот факт, что для любого  $\mu \in \{n-2, n-1, n\}$ ,  $\mu \geq m$ , имеет место равенство

$$rank[R, k, d] = rankR_{n-2,0},$$

где  $R = [r, Ar, \dots, A^{n-3}r]$ ,  $R_{n-2,0} = [r, Ar, \dots, A^{\mu-1}r, k, d]$ ,  $\mu \in \{n-2, n-1, n\}$ .

Поэтому достаточно при изучении ранга матрицы  $R_{n-2,0}$  выяснить ранг матрицы  $[R, k, d]$ . Для изучения ранга остальных матриц из списка (S) понадобятся вспомогательные факты. Положим в задаче (14)  $p_i = 0$ ,  $n-3 < i < m-1$ . Тогда определитель квадратной матрицы  $Q(t)$  имеет представление

$$\det Q(t) = F_0(t) + F_1(t) + \dots + F_{n-3}(t),$$

где  $F_0(t) = \alpha_0 \alpha_0 |R, k, d|,$

$$F_1(t) = \alpha_0 \alpha_1 (|R, k, Ad| + |R, Ak, d|),$$

$$F_2(t) = \alpha_0 \alpha_2 (|R, k, A^2 d| + |R, A^2 k, d|) + \alpha_1 \alpha_1 |R, Ak, Ad|,$$

$$F_3(t) = \alpha_0 \alpha_3 (|R, k, A^3 d| + |R, A^3 k, d|) + \alpha_1 \alpha_2 (|R, Ak, A^2 d| + |R, A^2 k, Ad|),$$

$$F_4(t) = \alpha_0 \alpha_4 (|R, k, A^4 d| + |R, A^4 k, d|) + \alpha_1 \alpha_3 (|R, Ak, A^3 d| + |R, A^3 k, Ad|) + \alpha_2 \alpha_2 |R, A^2 k, A^2 d|,$$

.....

$$F_{n-3}(t) = \alpha_0 \alpha_{n-3} (|R, k, A^{n-3} d| + |R, A^{n-3} k, d|) + \alpha_1 \alpha_{n-2} (|R, Ak, A^{n-4} d| + |R, A^{n-4} k, Ad|) + \dots + P(t),$$

здесь  $P(t) \equiv \alpha_{\frac{n-4}{2}} \alpha_{\frac{n-4}{2}+1} \left( \left| R, A^{\frac{n-4}{2}} k, A^{\frac{n-4}{2}+1} d \right| + \left| R, A^{\frac{n-4}{2}+1} k, A^{\frac{n-4}{2}} d \right| \right),$  если  $n - \text{четное},$

$$P(t) \equiv \alpha_{\frac{n-3}{2}} \alpha_{\frac{n-3}{2}} \left| R, A^{\frac{n-3}{2}} k, A^{\frac{n-3}{2}} d \right|, \text{ если } n - \text{нечетное}.$$

Скалярные функции  $\alpha_i(t)$  имеют представление [1, с. 157; 9, с. 58]

$$\alpha_i(t) = \frac{t^i}{i!} + \sum_1^\infty a_{is} t^{n-1+s}, \quad a_{is} \in \mathbf{R}^1, \quad i \in \{0, \dots, n-3\}.$$

Поэтому для функции  $F_i(t)$ ,  $i \in \{0, \dots, n-3\}$ , имеет место одна из трех возможностей: а) эта функция начинается со степени  $t^i$ , б) функция начинается со степени  $t^p$ , причем  $p \geq n$ , в) функция тождественно равна нулю. Тогда определитель  $\Delta = \det Q(t)$  обладает важным свойством:

**Утверждение 1.** *Определитель  $\Delta$  не равен тождественно нулю тогда и только тогда, когда встретится функция  $F_i(t)$ ,  $i \in \{0, \dots, n-3\}$ , не равная тождественно нулю.*

Шаг 6. Для матрицы  $R_{n-2,0}^* = [R, k, d]$  имеет место одна из двух возможностей

$$\text{rank} R_{n-2,0}^* = n, \quad (\text{т.е. } |R, k, d| \neq 0). \quad (\text{A5})$$

или

$$\text{rank} R_{n-2,0}^* < n, \quad (\text{т.е. } |R, k, d| = 0). \quad (\text{B5})$$

В случае (A5) в силу утверждения 1 условие (24) выполняется и алгоритм заканчивается. В случае (B5) переходим к следующему шагу.

Шаг 7. Функции  $F_i(t)$  содержат два вида определителей

$$\Delta_s = |R, A^s k, A^s d|,$$

$$\Delta_{sk} = |R, A^s k, A^{s+k} d| + |R, A^{s+k} k, A^s d|.$$

В случае (B5) эти определители равны нулю. Действительно, в силу условия (Б) существует вектор  $p \in \mathbf{R}^{n-2}$  и число  $p_0$  такие, что  $k = Rp + p_0 d$ . Тогда  $A^s k = A^s Rp + A^s p_0 d$ ,  $A^{s+k} k = A^{s+k} Rp + A^{s+k} p_0 d$ . Поэтому

$$\begin{aligned} \Delta_s &= |R, A^s Rp + p_0 A^s d, A^s d| = 0, \\ \Delta_{sk} &= |R, A^s Rp + p_0 A^s d, A^{s+k} d| + \\ &+ |R, A^{s+k} Rp + p_0 A^{s+k} d, A^s d| = \\ &= |R, A^s Rp, A^{s+k} d| + |R, p_0 A^s d, A^{s+k} d| + \\ &+ |R, A^{s+k} Rp, A^s d| + |R, p_0 A^{s+k} d, A^s d| = 0. \end{aligned}$$

Ввиду теоремы Кэли–Гамильтона в последней строке первый и третий определители равны нулю, а второй и четвертый отличаются знаком. Таким образом, в рассматриваемом случае отличие от тождественного нуля определителя  $\det Q(t)$  зависит только от ранга матрицы  $R_{n-2,0}^* = [R, k, d]$ . Из всего доказательства следует, что отличие от тождественного нуля определителя  $\det Q(t)$  обуславливается выполнением хотя бы одного равенства

$$\text{rank} R_n = n, \quad R_n = [r, Ar, \dots, A^{n-1} r],$$

$$\text{rank} R_{n-1,0,0} = n, \quad R_{n-1,0,0} = [r, Ar, \dots, A^{n-2} r, k],$$

$$\text{rank} R_{n-1,0,0}^* = n, \quad R_{n-1,0,0}^* = [r, Ar, \dots, A^{n-2} r, d],$$

$$\text{rank} R_{n-2,0}^* = n, \quad R_{n-2,0} = [r, Ar, \dots, A^{n-3} r, k, d].$$

Все эти условия можно заменить одним условием (23). Теорема 2 доказана.

III. Теперь рассматривается случай, когда ненулевые векторы  $b, c$  и  $k$  коллинеарны: существуют вещественные числа  $\beta_1, \beta_2$  такие, что  $b = \beta_1 k, c = \beta_2 k$ .

Имеет место

**Теорема 3.** *В случае, когда ненулевые векторы  $b, c$  и  $k$  коллинеарны, система (1) вполне управляема тогда и только тогда, когда для матрицы*

$$Q \equiv [k, Ak, \dots, A^{n-1} k]$$

выполняется условие

$$\text{rank} Q = n. \quad (25)$$

**Доказательство.** В рассматриваемом случае коллинеарности векторов  $b, c$  и  $k$  система (1) принимает вид

$$\dot{x} = Ax + k(\beta_1 u + \beta_2 \int_0^t u(s) ds) + \dot{u}. \quad (26)$$

Сформируем новое управление

$$v = \beta_1 u + \beta_2 \int_0^t u(s) ds + \dot{u}. \quad (27)$$

Тогда система (26) примет простой вид

$$\dot{x} = Ax + kv,$$

для которой критерий управляемости известен [1 с. 183] и заключается в выполнении условия (25). Таким образом, искомое управление  $v(t)$ ,  $t \in [0, t_1]$ , существует, в том числе и непрерывно дифференцируемое [5]. Из уравнения (27) всегда можно восстановить управление  $u$ , так как это уравнение эквивалентно задаче Коши

$$\ddot{u} + \beta_1 \dot{u} + \beta_2 u = \dot{v}(t), \quad u(0) + \dot{u}(0) = v(0).$$

Эта задача Коши всегда имеет решение в области определения гладкой функции  $v(t)$ ,  $t \in [0, t_1]$ . Теорема 3 доказана.

IV. Рассмотрим теперь случай векторного управления. Пусть процесс описывается линейной стационарной системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = Ax + Bu + C \int_0^t u(s) ds + Ku, \quad (28)$$

где  $x \in \mathbf{R}^n$  – выход, состояние системы;  $u \in \mathbf{R}^r$  – вход, управление, непрерывно дифференцируемая вектор-функция;  $A$  – постоянная вещественная  $(n \times n)$ -матрица;  $B, C, K$  – вещественные постоянные  $(n \times r)$ -матрицы.

Множество  $\Omega$  всех систем (27) разобьем в зависимости от свойств матрицы управления

$[B, C, K]$  на два класса  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$ , для каждого из которых рассматривается затем задача управления. Обозначим

$$\text{rank}[B, C, K] = \rho, \quad \rho \in \{1, \dots, 2m\}, \quad 2m \leq n.$$

К классу  $\Omega_1$  относятся те системы (27), для которых выполняются одновременно два свойства

$$\rho = r_0 \leq r, \quad (29.1)$$

$$\exists \alpha, \beta \in \mathbf{R}^1: \text{rank}[B + \alpha C + \beta K] = r_0, \quad (29.2)$$

где  $r_0$  – размерность вектора управления  $u$ . К классу  $\Omega_2$  относятся те системы (2), для которых не выполняется хотя бы одно из свойств (28):  $\Omega_2 = \Omega \setminus \Omega_1$ .

Для систем класса  $\Omega_2$  имеют место

**Теорема 4.** Система (28) класса  $\Omega_2$  вполне управляема тогда и только тогда, когда существует конечное значение аргумента  $t_1 > 0$ , при котором выполнено ранговое условие

$$\text{rank}Q(-t_1) = n,$$

где

$$Q(t) \equiv [R, AR, \dots, A^{m-1}R, K, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(t) A^i K, \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i(t) A^i D],$$

$$R = C - AB + A^2 K, \quad D = K - AB, \quad m \in \{n, n-1, n-2\}.$$

**Теорема 5.** Система (25) класса  $\Omega_2$  вполне управляема тогда и только тогда, когда для матрицы

$$Q \equiv [R, AR, \dots, A^{m-1}R, K, D],$$

где  $R = C - AB + A^2 K$ ,  $D = K - AB$ , выполняется условие

$$\text{rank}Q = n.$$

Доказательство теорем 4 и 5 производится аналогично доказательствам теорем 1 и 2 с использованием принципа суперпозиции [3, с. 43].

V. Рассмотрим теперь системы (28) класса  $\Omega_1$ . При выполнении условий (29) существует матрица  $P$ , составленная из ровно  $r_0$  линейно независимых вектор-столбцов матриц  $B, C, K$ , такая, что  $\text{rank}P = r_0$ . Отберем в матрицу  $P$  максимальное число  $p$  линейно независимых столбцов из матрицы  $K$ , добавим в нее максимальное число  $q$  линейно независимых с ними столбцы из матрицы  $B$ , а затем добавим остальные  $g$  линейно независимых с ними столбцы из матрицы  $C$

$$P = [k^{i_1}, \dots, k^{i_p}, b^{i_{p+1}}, \dots, b^{i_{p+q}}, c^{i_{p+q+1}}, \dots, c^{i_{p+q+g}}],$$

$$p + q + g = r_0, \quad (30)$$

(индекс вверху означает номер столбца). При этом в силу свойства (25.2) номера столбцов в матрице  $P$  не совпадают:  $i_\mu \neq i_\nu, \mu \neq \nu$ . Тогда существуют однозначно определяемые вещественные  $(r_0 \times r)$ -матрицы  $M, N, H$  такие, что имеют место представления

$$K = PM, \quad B = PN, \quad C = PH. \quad (31)$$

Система (28) класса  $\Omega_1$  в силу (31) имеет вид

$$\dot{x} = Ax + P(M\dot{u} + Nu + H \int_0^t u(s) ds), \quad (32)$$

имеет место

**Теорема 6.** Система (32) класса  $\Omega_1$  вполне управляема тогда и только тогда, когда для матрицы

$$Q \equiv [P, AP, \dots, A^{n-1}P]$$

выполняется условие

$$\text{rank}Q = n. \quad (33)$$

**Доказательство.** В рассматриваемом случае класса  $\Omega_1$  система (25) имеет вид (29). Сформируем новое управление

$$v = M\dot{u} + Nu + H \int_0^t u(s) ds. \quad (34)$$

Тогда система (31) примет простой вид

$$\dot{x} = Ax + Pv,$$

для которой критерий управляемости известен [1, с. 182] и заключается в выполнении условия (33). При этом управление существует в том числе и в классе дважды непрерывно дифференцируемых функций [5]. Покажем, что из системы (34) всегда можно восстановить управление  $u$ . В силу свойства (29.2) номера столбцов в матрице  $P$  не совпадают:  $i_\mu \neq i_\nu, \forall \mu \in \{1, \dots, p\}, \forall \nu \in \{1, \dots, q\}$ . Введем в рассмотрение  $(r \times r)$ -матрицу перестановок

$T = \|e(i, j)\|_{1, r}^{r, r}$ , у которой в каждой строке и в каждом столбце стоит только одна единица, при этом элементы  $e(j, i_j) = 1, j = \overline{1, r}$ , а остальные элементы  $e(s, i_j) = 0, s \neq j$ . Введем новое управление

$$w = Tu, \quad \det T \neq 0, \quad (35)$$

и представим его в виде

$$w = (w_1, w_2, w_3, w_4), \quad w_1 \in \mathbf{R}^p, \quad w_2 \in \mathbf{R}^q,$$

$$w_3 \in \mathbf{R}^g, \quad w_4 \in \mathbf{R}^s,$$

$$p + q + g = r_0, \quad p + q + g + s = r.$$

Тогда матрицы в (29) имеют следующее строение:

$$M = \begin{bmatrix} E_p & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$N = \begin{bmatrix} N_{11} & 0 & N_{13} & N_{14} \\ 0 & E_q & N_{23} & N_{24} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$H = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & 0 & H_{14} \\ H_{21} & H_{22} & 0 & H_{24} \\ 0 & 0 & E_s & H_{34} \end{bmatrix}.$$

Здесь  $E_l$  – единичные ( $l \times l$ )-матрицы, остальные блоки – однозначно определенные матрицы соответствующих размерностей векторам  $w_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ .

Без ограничения возможности управления положим

$$w_4(t) \equiv 0.$$

Тогда система (34) принимает вид

$$\dot{w}_1 + M_{12}\dot{w}_2 + M_{13}\dot{w}_3 + N_{11}w_1 + N_{13}w_3 + H_{11}\int_0^t w_1(t)dt + H_{12}\int_0^t w_2(t)dt = v_1(t), \quad (36)$$

$$w_2 + N_{23}w_3 + H_{21}\int_0^t w_1(t)dt + H_{22}\int_0^t w_2(t)dt = v_2(t), \quad (37)$$

$$\int_0^t w_3(t)dt = v_3(t), \quad (38)$$

а в качестве управления  $v = (v_1^T, v_2^T, v_3^T)^T$ , решающего задачу управления, используем функции с условием  $v(0) = 0$ , например, векторные полиномы [5]  $v = C_1 t + C_2 t^2 + C_3 t^3 + \dots + C_r t^m$ ,  $C_i \in R^{r_0}$ . Из системы (46) имеем

$$w_3(t) = \dot{v}_3(t), \quad w_3^0 = w_3(0) = \dot{v}_3(0). \quad (39)$$

Подставим  $t = 0$  в равенства (36) и (37), с учетом (39) получим

$$\dot{w}_1(0) + M_{12}\dot{w}_2(0) + M_{13}\dot{w}_3(0) + N_{11}w_1(0) + N_{13}w_3(0) = v_1(0), \quad (40)$$

$$w_2(0) = v_2(0) - N_{23}\dot{v}_3(0). \quad (41)$$

Возьмем производную от равенства (37)

$$\dot{w}_2(t) + H_{21}w_1(t) + H_{22}w_2(t) = h_2(t),$$

$$h_2(t) \equiv \dot{v}_2(t) - N_{23}\dot{v}_3(t). \quad (42)$$

При  $t = 0$  имеем

$$\dot{w}_2(0) + H_{21}w_1(0) + H_{22}w_2(0) = h_2(0), \quad (43)$$

Возьмем производную от равенств (36) и (42)

$$\ddot{w}_1 + M_{12}\ddot{w}_2 + N_{11}\dot{w}_1 + H_{11}w_1 + H_{12}w_2 = h_1(t),$$

$$h_1(t) \equiv \dot{v}_1(t) - M_{13}\ddot{v}_3(t) - N_{13}\dot{v}_3(t), \quad (44)$$

$$\ddot{w}_2 + H_{21}\dot{w}_1 + H_{22}\dot{w}_2 = \dot{h}_2(t). \quad (45)$$

В системе (44)–(45) сделаем замену

$$w_1 = z_1, \quad w_2 = z_2. \quad (46)$$

В результате получится линейная неоднородная система обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = z_3, \\ \dot{z}_2 = z_4, \\ \dot{z}_3 + M_{12}\dot{z}_4 = H_{11}z_1 + H_{12}z_2 - N_{11}z_3 + h_1(t), \\ \dot{z}_4 = -H_{21}z_3 - H_{22}z_4 - N_{11}z_4 + h_2(t). \end{cases} \quad (47)$$

Положим произвольным образом  $w_1(0) = z_1^0$ . Остальные начальные векторы  $z_i^0$ ,  $i = 2, 3, 4$ , определяются из равенств (40), (41), (43). Задача Коши для системы (47) всегда разрешима. Тем самым согласно (39), (46) найден вектор  $w$ , а значит, в силу (35) и вектор управления  $u$ , решающий задачу управления. Теорема 6 доказана.

**Заключение.** В данной статье получены условия полной управляемости для стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений, которые линейны по состоянию и управляющему воздействию. Управляемость изучена при наличии нового комбинированного управляющего воздействия в виде функции управления, интеграла и производной от этой функции управления. Все множество исследуемых дифференциальных систем разбито на четыре класса, в каждом из которых доказан критерий наличия свойства полной управляемости. Для каждого класса критерий носит ранговый характер от некоторой матрицы, построенной по известным матрицам исследуемых систем. Результаты работы являются новыми и носят фундаментальный характер.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ройтенберг, Я.Н. Автоматическое управление / Я.Н. Ройтенберг. – М.: Наука, 1971. – 395 с.
2. Калман, Р. Очерки по математической теории систем / Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб. – М.: Наука, 1971. – 626 с.
3. Габасов, Р. Качественная теория оптимальных процессов / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова. – М.: Наука, 1971. – 508 с.

- 
4. Ли, Э. Основы теории оптимального управления / Э. Ли, Л. Маркус. – М.: Наука, 1972. – 534 с.
  5. Шкляр, Б.Ш. Об управляемости в классах простейших функций / Б.Ш. Шкляр // Вестн. БГУ. – Сер. 1. – 1972. – № 1. – С. 91–93.
  6. Астровский, А.И. Наблюдаемость нестационарных линейных систем / А.И. Астровский. – Минск: Изд-во ИМ АНБ. Препринт № 8(40). – 1978. – 24 с.
  7. Матвеев, Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений / Н.М. Матвеев. – М.: Наука, 1971. – 426 с.
  8. Габасов, Р. Качественная теория оптимальных процессов / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова. – М.: Наука, 1971. – 508 с.
  9. Демидович, Б.П. Лекции по математической теории устойчивости / Б.П. Демидович. – М.: Наука, 1967. – 472 с.
  3. Gabasov R., Kirillova F.M. *Kachestvennaya teoriya optimalnikh protsessov* [Quality Theory of Optimal Processes], Moscow, Nauka, 1971, 508 p.
  4. Lee E., Markus L. *Osnovi teorii optimalnogo upravleniya* [Bases of the Theory of Optimal Controllability], Moscow, Nauka, 1972, 534 p.
  5. Shklyar B.Sh. *Vestnik BGU. Ser. 1.* [Newsletter of BSU. Series 1], 1972, 1, pp. 91–93.
  6. Astrovski A.I. *Nabliudayemost nestatsionarnikh lineinikh sistem* [Observation of Non Stationary Linear Systems], Minsk, izdatelstvo IM ANB. Preprint, 8(40), 1978, 24 p.
  7. Matveyev N.M. *Metodi integrirvaniya obyknovennikh differentsialnikh uravnenii* [Methods of Integration of Ordinary Differential Equations], Moscow, Nauka, 1971, 426 p.
  8. Gabasov R., Kirillova F.M. *Kachestvennaya teoriya optimalnikh protsessov* [Quality Theory of Optimal Processes], Moscow, Nauka, 1971, 508 p.
  9. Demydovich B.P. *Lektsii po matematicheskoi teorii ustoichivosti* [Lectures on Mathematical Theory of Stability], Moscow, Nauka, 1967, 472 p.
- REFERENCES**
1. Reutenberg Ya.N. *Avtomaticheskoye upravleniye* [Automatic Controllability], Moscow, Nauka, 1971, 395 p.
  2. Kalman R. Falb M., Arbib M. *Ocherki po matematicheskoi teorii sistem* [Essays on Mathematical Theory of Systems], Moscow, Nauka, 1971, 626 p.

*Поступила в редакцию 02.06.2015*

*Адрес для корреспонденции:* e-mail: kgima@vsu.by – Храмов О.В.

# Локальное существование решений начально-краевой задачи для системы полулинейных параболических уравнений с нелинейными нелокальными граничными условиями

**А.И. Никитин**

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

*В работе рассматривается начально-краевая задача для системы полулинейных параболических уравнений с нелинейными нелокальными граничными условиями.*

*Цель статьи – исследование локального существования решений начально-краевой задачи.*

*Материал и методы.* В данной работе используются методы теории дифференциальных уравнений с частными производными.

*Результаты и их обсуждение.* Установлено локальное существование неотрицательного решения начально-краевой задачи для системы полулинейных параболических уравнений с нелинейными нелокальными граничными условиями. Доказана теорема сравнения решений начально-краевой задачи с неотрицательными начальными данными, а также положительность решения с нетривиальными начальными данными. Установлена единственность решения исходной задачи с нетривиальными неотрицательными начальными данными, если  $\min(p, q, m, n) \geq 1$ , и с положительными начальными данными, если  $\min(p, q, m, n) < 1$ .

*Заключение.* Результаты работы могут быть использованы при изучении дифференциальных уравнений с частными производными.

*Ключевые слова:* локальное существование, теорема сравнения, полулинейные параболические уравнения, нелокальные граничные условия.

## Local Existence of Solutions of the Initial-Boundary Value Problem for the System of Semilinear Parabolic Equations with Nonlinear Nonlocal Boundary Conditions

**A.I. Nikitin**

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

*We consider the initial-boundary value problem for the system of semilinear parabolic equations with nonlocal boundary conditions.*

*The aim of this work is to study the local existence of solutions of the initial-boundary value problem.*

*Material and methods.* In this paper we use the methods of the theory of partial differential equations.

*Findings and their discussion.* The paper established the local existence of nonnegative solutions of the initial-boundary value problem for semi linear parabolic equations with nonlocal boundary conditions. The comparison principle of initial-boundary value problem with nonnegative initial data is proven, as well as positivity of the solution with non trivial initial parameters. Uniqueness of the solution of initial problem with non trivial non negative initial data, when  $\min(p, q, m, n) \geq 1$ , and with positive initial data, when  $\min(p, q, m, n) < 1$  is established.

*Conclusion.* The findings can be used to study partial differential equations.

*Key words:* local existence, comparison principle, semilinear parabolic equations, nonlocal boundary conditions.

В данной работе рассматривается начально-краевая задача для системы полулинейных параболических уравнений с нелинейными нелокальными граничными условиями:

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + c_1(x,t)v^p, v_t = \Delta v + c_2(x,t)u^q, x \in \Omega, t > 0, \\ \frac{\partial u}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_1(x,y,t)u^m(y,t)dy, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ \frac{\partial v}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_2(x,y,t)v^n(y,t)dy, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ u(x,0) = u_0(x), v(x,0) = v_0(x), x \in \Omega, \end{cases} \quad (1)$$

где  $p, q, m, n$  – положительные постоянные,  $\Omega$  – ограниченная область в  $R^N, N \geq 1$ , с достаточно гладкой границей  $\partial\Omega, \eta$  – единичная внешняя нормаль к  $\partial\Omega, c_1(x,t), c_2(x,t)$  – неотрицательные локально непрерывные по Гельдеру функции, определенные при  $x \in \Omega, t \geq 0, k_1(x,y,t), k_2(x,y,t)$  – неотрицательные непрерывные функции, определенные при  $x \in \partial\Omega, y \in \bar{\Omega}, t \geq 0, u_0(x), v_0(x)$  – неотрицательные непрерывные функции, удовлетворяющие граничным условиям при  $t=0$ .

В последние несколько десятилетий многие физические явления были сформулированы в нелокальных математических моделях. Начально-краевые задачи для полулинейных параболических уравнений и систем уравнений с нелокальными граничными условиями проанализированы многими авторами (см., например, [1–4] и ссылки в них). Рассмотрены локальное и глобальное существование, принцип сравнения, а также различные качественные свойства решений.

Заметим, что для нелинейностей в задаче (1) условие Липшица может быть не выполнено. Проблема единственности и неединственности для различных нелинейных параболических уравнений и систем уравнений с нелипшицевыми данными решена несколькими авторами (см., например, [5–6] для уравнений и [7–9] для систем).

Цель статьи – исследование локального существования решений начально-краевой задачи (1).

**1. Теорема сравнения решений.** Введем определение верхнего и нижнего решений задачи. Пусть  $Q_T = \Omega \times (0, T), S_T = \partial\Omega \times (0, T),$

$$\Gamma_T = S_T \cup \bar{\Omega} \times \{0\}.$$

**Определение 1.** Пара неотрицательных функций  $(u, v)$  называется нижним решением задачи (1) в  $Q_T$ , если  $u, v \in C^{2,1}(Q_T) \cap C^{1,0}(Q_T \cup \Gamma_T)$  и

$$\begin{cases} u_t \leq \Delta u + c_1(x,t)v^p, v_t \leq \Delta v + c_2(x,t)u^q, (x,t) \in Q_T, \\ \frac{\partial u}{\partial \eta} \leq \int_{\Omega} k_1(x,y,t)u^m(y,t)dy, (x,t) \in S_T, \\ \frac{\partial v}{\partial \eta} \leq \int_{\Omega} k_2(x,y,t)v^n(y,t)dy, (x,t) \in S_T, \\ u(x,0) \leq u_0(x), v(x,0) \leq v_0(x), x \in \Omega. \end{cases} \quad (2)$$

Пара неотрицательных функций  $(u, v)$  называется верхним решением задачи (1) в  $Q_T$ , если  $u, v \in C^{2,1}(Q_T) \cap C^{1,0}(Q_T \cup \Gamma_T)$  и выполняется (2) с неравенствами противоположных знаков.

**Определение 2.** Пара неотрицательных функций  $(u, v)$  называется решением задачи (1) в  $Q_T$ , если она одновременно является нижним и верхним решениями задачи (1).

**Теорема 1.** Пусть  $(\bar{u}, \bar{v})$  и  $(\underline{u}, \underline{v})$  – верхнее и нижние решения задачи (1) в  $Q_T$ , соответственно. Предположим, что  $\bar{u} > 0, \bar{v} > 0$  или  $\underline{u} > 0, \underline{v} > 0$  в  $Q_T \cup \Gamma_T$  при  $\min(p, q, m, n) < 1$ . Тогда  $\bar{u} \geq \underline{u}, \bar{v} \geq \underline{v}$  в  $Q_T \cup \Gamma_T$ .

**Доказательство.** Пусть  $\xi(x, t) \in C^{2,1}(\bar{Q}_T)$  – неотрицательная функция такая, что  $\partial \xi / \partial \eta |_{S_T} = 0$ . По определению нижнего решения имеем

$$\underline{u}_t \leq \Delta \underline{u} + c_1(x,t)\underline{v}^p, x \in \Omega, 0 < t < T. \quad (3)$$

Умножив (3) на  $\xi(x, t)$  и проинтегрировав по  $Q_t$  для  $0 < t < T$ , получим

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \underline{u}(x,t)\xi(x,t)dx &\leq \int_{\Omega} \underline{u}(x,0)\xi(x,0)dx + \\ &+ \int_0^t \int_{\Omega} (\underline{u}\xi_{\tau} + \underline{u}\Delta \xi + c_1(x,\tau)\underline{v}^p \xi) dx d\tau + \\ &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} \xi \int_{\Omega} k_1(x,y,\tau)\underline{u}^m(y,\tau) dy ds d\tau. \end{aligned} \quad (4)$$

Применив аналогичные преобразования для верхнего решения, имеем

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \bar{u}(x,t)\xi(x,t)dx &\geq \int_{\Omega} \bar{u}(x,0)\xi(x,0)dx + \\ &+ \int_0^t \int_{\Omega} (\bar{u}\xi_{\tau} + \bar{u}\Delta \xi + c_1(x,\tau)\bar{v}^p \xi) dx d\tau + \\ &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} \xi \int_{\Omega} k_1(x,y,\tau)\bar{u}^m(y,\tau) dy ds d\tau. \end{aligned} \quad (5)$$

Вычтем (5) из (4). В результате получим

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega} (\underline{u} - \bar{u}) \xi(x, t) dx \leq \int_{\Omega} (\underline{u}(x, 0) - \bar{u}(x, 0)) \xi(x, 0) dx + \\ & + \int_0^t \int_{\Omega} ((\underline{u} - \bar{u})(\xi_{\tau} + \Delta \xi) + c_1(x, \tau)(\underline{v}^p - \bar{v}^p) \xi) dx d\tau + \\ & + \int_0^t \int_{\partial \Omega} \int_{\Omega} k_1(x, y, \tau) (\underline{u}^m(y, \tau) - \bar{u}^m(y, \tau)) dy ds d\tau. \quad (6) \end{aligned}$$

По теореме Лагранжа  $\underline{v}^p - \bar{v}^p = p \Theta_1^{p-1} (\underline{v} - \bar{v})$  и  $\underline{u}^m - \bar{u}^m = m \Theta_2^{m-1} (\underline{u} - \bar{u})$ , где  $\Theta_1, \Theta_2$  – непрерывные неотрицательные функции при  $\min(p, q, m, n) \geq 1$  и непрерывные положительные функции при  $\min(p, q, m, n) < 1$  в  $\bar{Q}_T$ .

Обозначим

$$\omega(x, t) = \underline{u}(x, t) - \bar{u}(x, t), z(x, t) = \underline{v}(x, t) - \bar{v}(x, t).$$

Тогда

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega} \omega(x, t) \xi(x, t) dx \leq \int_{\Omega} \omega(x, 0) \xi(x, 0) dx + \\ & + \int_0^t \int_{\Omega} \omega(\xi_{\tau} + \Delta \xi) dx d\tau + \int_0^t \int_{\Omega} z(x, \tau) p c_1(x, \tau) \Theta_1^{p-1} \xi dx d\tau + \\ & + \int_0^t \int_{\partial \Omega} \int_{\Omega} \xi k_1(x, y, \tau) m \Theta_2^{m-1} \omega(y, \tau) dy ds d\tau. \quad (7) \end{aligned}$$

Рассмотрим в  $Q_t$  следующую задачу:

$$\begin{cases} \xi_{\tau} + \Delta \xi = 0, (x, \tau) \in Q_t, \\ \frac{\partial \xi}{\partial \eta} = 0, (x, \tau) \in S_t, \\ \xi(x, t) = \psi(x), x \in \Omega, \end{cases}$$

где  $\psi(x) \in C_0^{\infty}(\bar{\Omega})$ ,  $0 \leq \psi \leq 1$ . Из принципа сравнения для линейных параболических уравнений следует, что решение  $\xi(x, t)$  данной задачи неотрицательно и ограничено, то есть  $\xi \leq M_1, M_1 \geq 0$ .

Очевидно, что существует постоянная  $M_2$  такая, что  $\Theta_1^{p-1} \leq M_2, \Theta_2^{m-1} \leq M_2$  в  $Q_T$ . Так как  $c_1(x, t), k_1(x, y, t)$  – неотрицательные и непрерывные функции, то существует постоянная  $M_3 > 0$  такая, что  $0 \leq c_1(x, t) \leq M_3, 0 \leq k_1(x, y, t) \leq M_3$  в  $\bar{Q}_T$  и  $\partial \Omega \times \bar{Q}_T$ , соответственно.

Обозначим  $s_+ = \max(s, 0)$ . Так как  $\bar{u}(x, 0) \geq \underline{u}(x, 0)$ , то  $\omega_+(x, 0) \equiv 0$ . Тогда из (7) получим

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega} \omega(x, t) \psi(x) dx \leq K_1 \int_0^t \int_{\Omega} z_+(x, \tau) dx d\tau + \\ & + K_2 \int_0^t \int_{\Omega} \omega_+(y, \tau) dy d\tau, \quad (8) \end{aligned}$$

где  $K_1 = p M_1 M_2 M_3, K_2 = m M_1 M_2 M_3 |\partial \Omega|$  и  $|\partial \Omega|$  – мера Лебега множества  $\partial \Omega$ .

Рассмотрим последовательность функций  $\{\phi_n(x)\}, \phi_n(x) \in C_0^{\infty}(\bar{\Omega}), 0 \leq \phi_n \leq 1$ , сходящуюся к  $\phi(x)$  в  $L^1(\Omega)$ , которая определена следующим образом:

$$\begin{aligned} \phi(x) &= 1, \text{ если } \omega(x) > 0, \\ \phi(x) &= 0, \text{ если } \omega(x) \leq 0. \end{aligned}$$

Заменив  $\psi(x)$  на  $\phi_n(x)$  и перейдя к пределу при  $n \rightarrow \infty$ , имеем

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega} \omega_+(x, t) dx \leq K_1 \int_0^t \int_{\Omega} z_+(x, \tau) dx d\tau + \\ & + K_2 \int_0^t \int_{\Omega} \omega_+(y, \tau) dy d\tau. \quad (9) \end{aligned}$$

Используя аналогичные преобразования для неравенства  $\underline{v} \leq \Delta \underline{v} + c_2(x, t) \underline{u}^q, x \in \Omega, 0 < t < T$ , можем получить

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega} z_+(x, t) dx \leq K_3 \int_0^t \int_{\Omega} \omega_+(x, \tau) dx d\tau + \\ & + K_4 \int_0^t \int_{\Omega} z_+(y, \tau) dy d\tau, \quad (10) \end{aligned}$$

где  $K_3, K_4$  – некоторые положительные постоянные. Сложив (9) и (10), имеем

$$\begin{aligned} & \int_{\Omega} (\omega_+(x, t) + z_+(x, t)) dx \leq \\ & \leq K_5 \int_0^t \int_{\Omega} (\omega_+(x, \tau) + z_+(x, \tau)) dx d\tau, \end{aligned}$$

где  $K_5 = \max(K_1 + K_4, K_2 + K_3)$ . По лемме Гронуолла получаем, что

$$\int_{\Omega} (\omega_+(x, t) + z_+(x, t)) dx \leq 0.$$

Поскольку  $\omega_+ + z_+ \geq 0$ ,

то  $\underline{u}(x, t) - \bar{u}(x, t) \leq 0, \underline{v}(x, t) - \bar{v}(x, t) \leq 0$ .

Теорема 1 доказана.

## 2. Локальное существование решений.

Пусть  $\{\varepsilon_l\}$  – убывающая, стремящаяся к 0, последовательность такая, что  $0 < \varepsilon_l < 1$ . Для  $\varepsilon = \varepsilon_l$  пусть  $u_{0\varepsilon}, v_{0\varepsilon}$  – функции со следующими свойствами:

1.  $u_{0\varepsilon}, v_{0\varepsilon} \in C(\bar{\Omega}), u_{0\varepsilon} \geq \varepsilon, v_{0\varepsilon} \geq \varepsilon$ .
2.  $u_{0\varepsilon_i} \geq u_{0\varepsilon_j}, v_{0\varepsilon_i} \geq v_{0\varepsilon_j}$  для  $\varepsilon_i \geq \varepsilon_j$ .
3.  $u_{0\varepsilon} \rightarrow u_0, v_{0\varepsilon} \rightarrow v_0$  при  $\varepsilon \rightarrow 0$ .
4.  $\frac{\partial u_{0\varepsilon}(x)}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_1(x, y, 0) u_{0\varepsilon}^m(y) dy$ ,

$$\frac{\partial v_{0\varepsilon}(x)}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_2(x, y, 0) v_{0\varepsilon}^n(y) dy.$$

Для нелинейности в исходной задаче условие Липшица может быть не выполнено. Поэтому рассмотрим вспомогательную задачу:

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + c_1(x, t)v^p, v_t = \Delta v + c_2(x, t)u^q, x \in \Omega, t > 0, \\ \frac{\partial u}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_1(x, y, t)u^m(y, t)dy, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ \frac{\partial v}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_2(x, y, t)v^n(y, t)dy, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ u(x, 0) = u_{0\varepsilon}(x), v(x, 0) = v_{0\varepsilon}(x), x \in \Omega. \end{cases} \quad (11)$$

**Теорема 2.** Для малых значений  $T$  задача (11) имеет единственное решение в  $Q_T$ .

**Доказательство.** Построим верхнее решение для задачи (11). Пусть  $\sup_{\bar{\Omega}} u_{0\varepsilon} \leq C$ ,

$$\sup_{\bar{\Omega}} v_{0\varepsilon} \leq C, C > 0.$$

Обозначим  $M = \max(\sup_{Q_T} c_1(x, t), \sup_{Q_T} c_2(x, t),$

$$\sup_{\partial\Omega \times Q_T} k_1(x, y, t), \sup_{\partial\Omega \times Q_T} k_2(x, y, t)).$$

Введем также вспомогательную функцию  $\varphi(x)$  со следующими свойствами:

$$\begin{aligned} \varphi(x) &\in C^2(\bar{\Omega}), \inf_{\bar{\Omega}} \varphi(x) \geq 1, \\ \inf_{\partial\Omega} \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} &\geq \bar{M} \int_{\Omega} \max(\varphi^m(y), \varphi^n(y)) dy, \end{aligned}$$

где

$$\bar{M} = M \max(C^{m-1}, C^{n-1}) \max(1, \exp(m-1), \exp(n-1)).$$

Пусть  $\alpha, \beta$  – такие положительные константы, что

$$\begin{aligned} \alpha &\geq \sup_{\Omega} \left( \frac{\Delta \varphi}{\varphi} + MC^{p-1} \exp(1) \varphi^{p-1} \right), \\ \beta &\geq \sup_{\Omega} \left( \frac{\Delta \varphi}{\varphi} + MC^{q-1} \exp(1) \varphi^{q-1} \right). \end{aligned}$$

Выберем такие  $\alpha, \beta$ , что  $\alpha q - \beta = \beta p - \alpha$ , и  $\alpha q - \beta > 0$  при  $pq > 1$ . Очевидно, что пара функций  $(\varepsilon, \varepsilon)$  является нижним решением задачи (11). Покажем, что

$$\begin{aligned} f(x, t) &= C \exp(\alpha t) \varphi(x), \\ g(x, t) &= C \exp(\beta t) \varphi(x) \end{aligned} \quad (12)$$

– верхнее решение задачи (11) в области  $Q_T$  при  $T \leq \min(1, \frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\beta}, \frac{1}{\alpha q - \beta})$ , если  $pq > 1$ , и

$T \leq \min(1, \frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\beta})$ , если  $pq \leq 1$ . Действительно,

$$\begin{aligned} f_t(x, t) - \Delta f(x, t) - c_1(x, t)g^p(x, t) &= \\ &= \alpha C \exp(\alpha t) \varphi(x) - \Delta C \exp(\alpha t) - \\ &- c_1(x, t)C^p \exp(\beta p t) \varphi^p(x, t) = \\ &= C \exp(\alpha t) \varphi(x) \left( \alpha - \frac{\Delta \varphi}{\varphi} - \right. \\ &\left. - MC^{p-1} \exp((\beta p - \alpha)t) \varphi^{p-1} \right) \geq 0. \end{aligned}$$

Для  $(x, t) \in Q_T$ . С другой стороны, получаем, что

$$\begin{aligned} \frac{\partial f(x, t)}{\partial \eta} &= C \exp(\alpha t) \frac{\partial \varphi(x)}{\partial \eta} \geq \\ &\geq C^m \exp(\alpha m t) M \int_{\Omega} \varphi^m(y) dy \geq \int_{\Omega} k_1(x, y, t) f^m(y, t) dy, \end{aligned}$$

для  $(x, t) \in S_T$ . Аналогично можно показать, что

$$g_t(x, t) - \Delta g(x, t) - c_2(x, t)f^q(x, t) \geq 0, \text{ для } (x, t) \in Q_T,$$

$$\frac{\partial g(x, t)}{\partial \eta} \geq \int_{\Omega} k_2(x, y, t)g^n(y, t)dy, \text{ для } (x, t) \in S_T.$$

Для доказательства существования решения (11) определим множество

$$\begin{aligned} B &= \{(h_1(x, t), h_2(x, t)) \in C(\bar{Q}_T) \times C(\bar{Q}_T) : \\ &\varepsilon \leq h_1(x, t) \leq f(x, t), \varepsilon \leq h_2(x, t) \leq g(x, t), \\ &h_1(x, 0) = u_{0\varepsilon}, h_2(x, 0) = v_{0\varepsilon}\}. \end{aligned}$$

Очевидно, что  $B$  – непустое выпуклое подмножество множества  $C(\bar{Q}_T) \times C(\bar{Q}_T)$ . Рассмотрим следующую задачу:

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + c_1(x, t)v^p, v_t = \Delta v + c_2(x, t)u^q, x \in \Omega, t > 0, \\ \frac{\partial u}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_1(x, y, t)s_1^m(y, t)dy, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ \frac{\partial v}{\partial \eta} = \int_{\Omega} k_2(x, y, t)s_2^n(y, t)dy, x \in \partial\Omega, t > 0, \\ u(x, 0) = u_{0\varepsilon}(x), v(x, 0) = v_{0\varepsilon}(x), x \in \Omega, \end{cases} \quad (13)$$

где  $(s_1, s_2) \in B$ . Задача (13) имеет нетривиальное положительное решение. Пусть  $A$  – отображение такое, что  $A(s_1, s_2) = (u, v)$ . Покажем, что  $A$  имеет неподвижную точку в  $B$ . Для этого убедимся в том, что  $A$  непрерывно отображает  $B$  само в себя и  $AB$  – предкомпактное множество. Благодаря принципу сравнения для (13) имеем, что  $A$  отображает множество  $B$  в себя.

Пусть  $G(x, y; t)$  – функция Грина задачи

$$\begin{aligned} u_t - \Delta u &= 0, x \in \Omega, t > 0, \\ \frac{\partial u}{\partial \eta} &= 0, x \in \partial\Omega, t > 0. \end{aligned}$$

Тогда  $(u, v)$  является решением (13) тогда и только тогда, когда выполнены следующие равенства:

$$\begin{aligned}
 u(x, t) &= \int_{\Omega} G(x, y; t) u_{0\varepsilon} dy + \\
 &+ \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_1(y, \tau) v^p(y, \tau) dy d\tau + \quad (14) \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_1(\xi, y, \tau) s_1^m(y, \tau) dy d\xi d\tau, \\
 v(x, t) &= \int_{\Omega} G(x, y; t) v_{0\varepsilon} dy + \\
 &+ \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_2(y, \tau) u^q(y, \tau) dy d\tau + \quad (15) \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_2(\xi, y, \tau) s_2^n(y, \tau) dy d\xi d\tau.
 \end{aligned}$$

Отсюда заключаем, что  $A$  – непрерывное отображение. В самом деле, пусть  $\{(s_{1k}, s_{2k})\}$  – последовательность в  $B$ , сходящаяся к  $(s_1, s_2) \in B$  в  $C(\overline{Q}_T) \times C(\overline{Q}_T)$ . Обозначим  $(u_k, v_k) = A(s_{1k}, s_{2k})$ . Тогда видим, что

$$\begin{aligned}
 |u - u_k| + |v - v_k| &\leq \\
 &\leq \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_1(y, \tau) |v^p - v_k^p| dy d\tau + \\
 &+ \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_2(y, \tau) |u^q - u_k^q| dy d\tau + \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_1(\xi, y, \tau) dy d\xi d\tau \sup_{Q_T} |s_1^m - s_{1k}^m| + \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_2(\xi, y, \tau) dy d\xi d\tau \sup_{Q_T} |s_2^n - s_{2k}^n| \leq \\
 &\leq r(\sup_{Q_T} |u - u_k| + \sup_{Q_T} |v - v_k|) + \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_1(\xi, y, \tau) dy d\xi d\tau \sup_{Q_T} |s_1^m - s_{1k}^m| + \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_2(\xi, y, \tau) dy d\xi d\tau \sup_{Q_T} |s_2^n - s_{2k}^n|,
 \end{aligned}$$

где  $r = \max(\Theta_1, \Theta_2)$  и

$$\begin{aligned}
 \Theta_1 &= p \max(\varepsilon^{p-1}, \sup_{Q_T} (h_1^{p-1}(x, t))) \times \\
 &\times \sup_{Q_T} \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_1(y, \tau) dy d\tau, \\
 \Theta_2 &= q \max(\varepsilon^{q-1}, \sup_{Q_T} (h_2^{q-1}(x, t))) \times \\
 &\times \sup_{Q_T} \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_2(y, \tau) dy d\tau.
 \end{aligned}$$

Выберем такое  $T$ , чтобы  $r < 1$ . Тогда получим, что при  $k \rightarrow \infty$   $(u_k, v_k) \rightarrow (u, v)$  в

$C(\overline{Q}_T) \times C(\overline{Q}_T)$ . Равномерная непрерывность  $AB$  следует из (14), (15) и свойств функции Грина. Теорема Арцела–Асколи дает предкомпактность  $AB$ . Тогда, применяя теорему Тихонова–Шаудера, получаем, что  $A$  имеет неподвижную точку в  $B$ , если  $T$  достаточно мало. Единственность решения следует из принципа сравнения. Теорема 2 доказана.

Применяя данную теорему, можно доказать следующую локальную теорему существования решения задачи (1).

**Теорема 3.** Для малых значений  $T$  задача (1) имеет максимальное решение в  $Q_T$ .

**Доказательство.** Пусть  $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ . Легко показать, что  $(u_{\varepsilon_2}(x, t), v_{\varepsilon_2}(x, t))$  – верхнее решение для задачи (11) с  $\varepsilon = \varepsilon_1$ . Тогда  $u_{\varepsilon_1}(x, t) \leq u_{\varepsilon_2}(x, t), v_{\varepsilon_1}(x, t) \leq v_{\varepsilon_2}(x, t)$ . Используя эти неравенства и принцип продолжения решения, получаем, что время существования решения  $(u_{\varepsilon}(x, t), v_{\varepsilon}(x, t))$  не уменьшается при  $\varepsilon \rightarrow 0$ . Пусть  $\varepsilon \rightarrow 0$ , тогда

$$\begin{aligned}
 u_{\max}(x, t) &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} u_{\varepsilon}(x, t) \geq 0, \\
 v_{\max}(x, t) &= \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} v_{\varepsilon}(x, t) \geq 0,
 \end{aligned}$$

причем  $(u_{\max}(x, t), v_{\max}(x, t))$  существует в  $Q_T$  для некоторого  $T > 0$ .

Так как  $(u_{\varepsilon}(x, t), v_{\varepsilon}(x, t))$  удовлетворяет (11), то, используя теорему Лебега о предельном переходе под знаком интеграла, находим, что  $(u_{\max}(x, t), v_{\max}(x, t))$  должно удовлетворять следующим равенствам:

$$\begin{aligned}
 u_{\max}(x, t) &= \int_{\Omega} G(x, y; t) u_0(y) dy + \\
 &+ \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_1(y, \tau) v_{\max}^p(y, \tau) dy d\tau + \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_1(\xi, y, \tau) u_{\max}^m(y, \tau) dy d\xi d\tau, \\
 v_{\max}(x, t) &= \int_{\Omega} G(x, y; t) v_0(y) dy + \\
 &+ \int_0^t \int_{\Omega} G(x, y; t - \tau) c_2(y, \tau) u_{\max}^q(y, \tau) dy d\tau + \\
 &+ \int_0^t \int_{\partial\Omega} G(x, \xi; t - \tau) \int_{\Omega} k_2(\xi, y, \tau) v_{\max}^n(y, \tau) dy d\xi d\tau.
 \end{aligned}$$

Регулярность  $(u_{\max}(x, t), v_{\max}(x, t))$  следует из непрерывности в  $Q_T$ , непрерывности функции Грина и ее производных. Очевидно, что  $(u_{\max}(x, t), v_{\max}(x, t))$  удовлетворяет исходной системе. Пусть  $(y_1(x, t), y_2(x, t))$  – любое другое

решение задачи. Тогда по принципу сравнения  $u_\varepsilon(x,t) \geq y_1(x,t)$ ,  $v_\varepsilon(x,t) \geq y_2(x,t)$ . Устремив  $\varepsilon \rightarrow 0$ , получим, что  $u_{\max}(x,t) \geq y_1(x,t)$ ,  $v_{\max}(x,t) \geq y_2(x,t)$ . Теорема 3 доказана.

**Теорема 4.** Пусть  $u_0(x)$  или  $v_0(x)$  – нетривиальная функция в области  $\Omega$ ,  $c_1(x,t)$  – нетривиальная функция в  $Q_\tau$  для любого  $\tau > 0$ , если  $u_0(x) \equiv 0$ , и  $c_2(x,t)$  – нетривиальная функция в  $Q_\tau$  для любого  $\tau > 0$ , если  $v_0(x) \equiv 0$ . Если  $(u(x,t), v(x,t))$  – решение задачи (1), то  $u(x,t) > 0, v(x,t) > 0$  в  $Q_T \cup S_T$  для  $0 < t < T$ .

**Доказательство.** Предположим для определенности, что  $u_0(x)$  – нетривиальная функция. Так как  $u_t - \Delta u = c_1(x,t)v^p \geq 0$  в  $Q_T$ , то минимум  $u(x,t)$  в  $Q_T \cup S_T$  может быть достигнут только на параболической границе по строгому принципу максимума. Значит,  $u(x,t) > 0$  в области  $Q_T$ . Покажем, что  $u(x,t) > 0$  на  $S_T$ . Пусть существует точка  $(x_0, t_0) \in S_T$  такая, что  $u(x_0, t_0) = 0$ . Тогда, ввиду теоремы 3.6 из [10],  $\partial u(x_0, t_0) / \partial \eta < 0$ , что противоречит граничному условию задачи (1). Теперь покажем, что  $v(x,t) > 0$  в  $Q_T \cup S_T$ . Если  $v_0(x)$  – нетривиальная функция, то  $v(x,t) > 0$  в  $Q_T \cup S_T$  для  $0 < t < T$ , используя предыдущие рассуждения для  $u(x,t)$ . Если  $v_0(x) \equiv 0$ , то предположим, что существует постоянная  $\tau > 0$  такая, что  $v(x,t) \equiv 0$  в  $Q_\tau$ , иначе мы можем воспользоваться рассуждениями из начала доказательства снова. Но это противоречит второму уравнению (1), так как  $u(x,t) > 0$  в  $Q_\tau$  и  $c_2(x,t)$  – нетривиальная функция в  $Q_\tau$  для любого  $\tau > 0$ . Следовательно, мы заключаем, что  $v(x,t) > 0$  в  $Q_T \cup S_T$  для  $0 < t < T$ . Теорема 4 доказана.

Из теоремы 1 и теоремы 4 можно легко получить следующий результат.

**Теорема 5.** Задача (1) с нетривиальными неотрицательными начальными данными, если  $\min(p, q, m, n) \geq 1$ , и с положительными начальными данными, если  $\min(p, q, m, n) < 1$ , имеет единственное решение в  $Q_T$ .

**Заключение.** В данной работе установлено локальное существование неотрицательного максимального решения задачи (1) для достаточно малых значений времени. Также доказана теорема сравнения для неотрицательных решений задачи при  $\min(p, q, m, n) \geq 1$  и положительных решений при  $\min(p, q, m, n) < 1$ , получены достаточные условия единственности решений начально-

краевой задачи (1).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Chen, B. A quasilinear parabolic system with nonlocal boundary condition / B. Chen, Y. Mi, C. Mu // Boundary Value Problems. – 2011. – Article ID 750769. – 18 p.
2. Deng, K. Comparison principle for some nonlocal problems / K. Deng // Quarterly of Applied Mathematics. – 1992. – Vol. 50, no. 3. – P. 517–522.
3. Gladkov, A.L. Blow-up of solutions for semilinear heat equation with nonlinear nonlocal boundary condition / A.L. Gladkov, K.I. Kim // Journal of Mathematical Analysis and Applications. – 2008. – Vol. 338, no. 1. – P. 264–273.
4. Souplet, P. Uniform blow-up profiles and boundary behavior for diffusion equations with nonlocal nonlinear source / P. Souplet // Journal of Differential Equations. – 1999. – Vol. 153, no. 2. – P. 374–406.
5. Cortazar, C. Uniqueness and non-uniqueness for the porous medium equation with nonlinear boundary condition / C. Cortazar, M. Elqueta, J.D. Rossi // Differential and Integral Equations. – 2003. – Vol. 16, no. 10. – P. 1215–1222.
6. Gladkov, A.L. Uniqueness and nonuniqueness for reaction-diffusion equation with nonlocal boundary condition / A.L. Gladkov, K.I. Kim // Advances in Mathematical Sciences and Applications. – 2009. – Vol. 19. – P. 39–49.
7. Cortazar, C. Uniqueness and non-uniqueness for a system of heat equations with nonlinear coupling at the boundary / C. Cortazar, M. Elqueta, J.D. Rossi // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. – 1999. – Vol. 37, no. 2. – P. 257–267.
8. Dickstein, F. A maximum principle for semilinear parabolic systems and applications / F. Dickstein, M. Escobedo // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. – 2001. – Vol. 45, no. 7. – P. 825–837.
9. Escobedo, M.A. Semilinear parabolic system in a bounded domain / M. Escobedo, M.A. Herrero // Annali di Matematica Pura ed Applicata. – 1993. – Vol. 165, no. 1. – P. 315–336.
10. Hu, B. Blow-up theories for semilinear parabolic equations / B. Hu // Lecture Notes in Mathematics. – 2011. – Vol. 2018. – 127 p.

#### REFERENCES

1. Chen B. A quasilinear parabolic system with nonlocal boundary condition / B. Chen, Y. Mi, C. Mu // Boundary Value Problems. – 2011. – Article ID 750769. – 18 p.
2. Deng K. Comparison principle for some nonlocal problems / K. Deng // Quarterly of Applied Mathematics. – 1992. – Vol. 50, no. 3. – P. 517–522.
3. Gladkov A.L. Blow-up of solutions for semilinear heat equation with nonlinear nonlocal boundary condition / A.L. Gladkov, K.I. Kim // Journal of Mathematical Analysis and Applications. – 2008. – Vol. 338, no. 1. – P. 264–273.
4. Souplet P. Uniform blow-Up profiles and boundary behavior for diffusion equations with nonlocal nonlinear source / P. Souplet // Journal of Differential Equations. – 1999. – Vol. 153, no. 2. – P. 374–406.
5. Cortazar C. Uniqueness and non-uniqueness for the porous medium equation with nonlinear boundary condition / C. Cortazar, M. Elqueta, J.D. Rossi // Differential and Integral Equations. – 2003. – Vol. 16, no. 10. – P. 1215–1222.
6. Gladkov A.L. Uniqueness and nonuniqueness for reaction-diffusion equation with nonlocal boundary condition / A.L. Gladkov, K.I. Kim // Advances in Mathematical Sciences and Applications. – 2009. – Vol. 19. – P. 39–49.
7. Cortazar C. Uniqueness and non-uniqueness for a system of heat equations with nonlinear coupling at the boundary / C. Cortazar, M. Elqueta, J. D. Rossi // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. – 1999. – Vol. 37, no. 2. – P. 257–267.
8. Dickstein F. A maximum principle for semilinear parabolic systems and applications / F. Dickstein, M. Escobedo // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. – 2001. – Vol. 45, no. 7. – P. 825–837.
9. Escobedo, M. A semilinear parabolic system in a bounded domain / M. Escobedo, M.A. Herrero // Annali di Matematica Pura ed Applicata. – 1993. – Vol. 165, no. 1. – P. 315–336.
10. Hu B. Blow-up theories for semilinear parabolic equations / B. Hu // Blow-up theories for semilinear parabolic equations. – 2011. – Vol. 2018. – 127 p.

Поступила в редакцию 22.06.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: ip.alexnikitin@gmail.com – Никитин А.И.

## Об асимптотике поведения аппроксимаций Эрмита–Паде системы экспонент

А.В. Герман

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»

*Проблема исследования аппроксимаций Эрмита–Паде системы экспонент связана с трудоемким процессом и отсутствием единых методов нахождения асимптотики для различных систем экспонент.*

*Цель работ – изучить асимптотику диагональных аппроксимаций Эрмита–Паде  $\left\{ \pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z}) \right\}_{j=1}^k$ .*

**Материал и методы.** *Объекты исследования – аппроксимации Эрмита–Паде, а предмет – асимптотика диагональных аппроксимаций Эрмита–Паде системы экспонент. Использован метод Лапласа.*

**Результаты и их обсуждение.** *Для аппроксимаций Эрмита–Паде системы функций  $\left\{ e^{\lambda_j z} \right\}_{j=1}^k$ , где  $\lambda_j = (\alpha + i\beta) b_j$  – различные комплексные числа, лежащие на одной прямой, проходящей через начало координат, сформулирована теорема о поведении асимптотики разности  $e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z, e^{\lambda_j z})$ . Для доказательства данной теоремы применяется метод Лапласа к интегральному представлению остаточного члена аппроксимаций Эрмита–Паде.*

**Заключение.** *В статье для любого комплексного числа  $z$  найдена асимптотика поведения разностей  $e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z, e^{\lambda_j z})$  при  $j=1, 2, \dots, k$ . Полученные результаты дополняют исследования Эрмита, Паде, А.И. Аптекарева, А.П. Старовойтова, относящиеся к изучению сходимости аппроксимаций Эрмита–Паде для системы экспонент.*

**Ключевые слова:** *аппроксимации Эрмита–Паде, диагональные аппроксимации Эрмита–Паде, асимптотические равенства, интегралы Эрмита, метод Лапласа.*

## About the Asymptotic Behavior of Hermite–Pade System of Exponentials

A.V. Herman

Educational Establishment «Gomel State F. Scorina University»

*The issue of asymptotic study of Hermite–Pade approximants of the exponent system is connected with the work consuming process and the lack of unified research methods for different exponent systems.*

*The purpose of the work is to study asymptotics of Hermit-Pade diagonal approximants  $\left\{ \pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z}) \right\}_{j=1}^k$ .*

**Material and methods.** *The subjects of the research are Hermite–Pade approximants. The object of the research is asymptotics of Hermite–Pade diagonal approximants of the system of exponents. Laplas method is used.*

**Findings and their discussion.** *For Hermite–Pade approximants of the system of functions  $\left\{ e^{\lambda_j z} \right\}_{j=1}^k$ , where  $\lambda_j = (\alpha + i\beta) b_j$  are different complex numbers, which are located on one straight, that goes through the beginning of coordinates, the theorem on asymptotic behavior of the difference  $e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z, e^{\lambda_j z})$  is formulated. To prove the theorem Laplas method to integral picture of the remaining member of Hermite–Pade approximants is used.*

**Conclusion.** *In the article for any complex number  $z$  asymptotics of difference behavior  $e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z, e^{\lambda_j z})$  is found with  $j=1, 2, \dots, k$ . The findings contribute Hermite's, Pade's, A.I. Aptekarev's, A.P. Starovoitov's researches which refer to the study of convergence of Hermite–Pade approximants for the exponent system.*

**Key words:** *Hermite–Pade approximants, diagonal Hermite–Pade approximants, asymptotic equations, Hermite integrals, Laplas method.*

Рассмотрим набор голоморфных в нуле функций

$$f_j(z) = \sum_{i=0}^{\infty} f_i^j z^i, \quad j=1, 2, \dots, k. \quad (1)$$

Зафиксируем произвольные целые неотрицательные числа  $n, m_1, m_2, \dots, m_k$ . По определению полагаем  $m = \sum_{i=1}^k m_i, n_j = n + m - m_j, j=1, 2, \dots, k$ . Известно [1], что при  $j=1, 2, \dots, k$  существуют многочлены  $Q_m(z), P_{n_j}^j(z), \deg Q_m(z) \leq m, \deg P_{n_j}^j(z) \leq n_j$ , для которых

$$R_{n,m}^j(z) = Q_m(z) f_j(z) - P_{n_j}^j(z) = O(z^{n+m+1}). \quad (2)$$

При  $k \geq 2$  дроби  $\pi_{n,m}^j(z) = \pi_{n,m}^j(z; f_j) = P_{n_j}^j(z)/Q_m(z), j=1, 2, \dots, k$ , определенные условиями (2), находятся, вообще говоря, неоднозначно. В случае единственности множества  $\{\pi_{n,m}^j(z)\}_{j=1}^k$  его элементы называют аппроксимациями Эрмита–Паде II типа для системы функций (1). Единственность имеет место для системы экспонент  $f_j(z) = e^{\lambda_j z}, j=1, 2, \dots, k$ , где  $\{\lambda_j\}_{j=1}^k$  – различные комплексные числа [1]. Без формального определения этот факт установлен Ш. Эрмитом [2]. При  $m_1 = m_2 = \dots = m_k = n$  аппроксимации Эрмита–Паде  $\pi_{kn, kn}^j(z; f_j)$  называют диагональными.

Впервые такие конструкции рациональных дробей для системы  $\{1, e^z, \dots, e^{kz}\}$  рассмотрел Ш. Эрмит [2] при доказательстве трансцендентности числа  $e$ . Усложнив рассуждения Эрмита, Ф. Линдеман [3] доказал трансцендентность числа  $\pi$ , решив, тем самым, задачу о квадратуре круга. В своих рассуждениях Ф. Линдеман рассматривал аналог дробей Эрмита для системы экспонент  $\{e^{\lambda_j z}\}_{j=1}^k$ , где  $\lambda_j$  – различные алгебраические числа. К. Малер [4] использовал аппроксимации Эрмита–Паде для получения количественной оценки меры трансцендентности некоторых чисел. В последнее время интерес к аппроксимациям Эрмита–Паде возрос [5–6]. Они активно применяются в теории приближения аналитических функций [7], теории диофантовых приближений, в частности, при исследовании алгебраической природы математических констант [8], а также при описании спектров некоторых классов операторов [5].

Важную роль в теории аппроксимаций Эрмита–Паде сыграла задача Е.М. Никишина, относящаяся к исследованию сходимости аппроксимаций Эрмита–Паде для произвольной системы экспонент. Ее решение было получено А.И. Аптекаревым [9], который доказал, что при различных комплексных числах  $\lambda_j, j=1, 2, \dots, k$ , и  $n+m \rightarrow +\infty$   $\pi_{n,m}^j(z; e^{\lambda_j z})$  сходятся равномерно на компактах в  $X$  к  $e^{\lambda_j z}$ . В [9] установлено, что

и приводятся явные формулы

$$Q_m(z) = \exp \left\{ - \frac{\sum_{j=1}^k \lambda_j m_j}{n+m} z \right\}, \quad (3)$$

и приводятся явные формулы

$$Q_m(z) = \frac{z^{n+m+1}}{(n+m)!} \int_0^{\infty} \left[ x^n \prod_{i=1}^k (x - \lambda_i)^{m_i} \right] e^{-zx} dx,$$

$$P_{n_j}^j(z) = \frac{e^{\lambda_j z} z^{n+m+1}}{(n+m)!} \int_{\lambda_j}^{\infty} \left[ x^n \prod_{i=1}^k (x - \lambda_i)^{m_i} \right] e^{-zx} dx, \quad (4)$$

$$R_{n,m}^j(z) = \frac{e^{\lambda_j z} z^{n+m+1}}{(n+m)!} \int_0^{\lambda_j} \left[ x^n \prod_{i=1}^k (x - \lambda_i)^{m_i} \right] e^{-zx} dx,$$

где  $Q_m(z), P_{n_j}^j(z)$  – соответственно знаменатель и числитель  $\pi_{n,m}^j(z; e^{\lambda_j z})$ . Интегралы (4) принято называть интегралами Эрмита.

В данной статье рассматривается система экспонент  $\{e^{\lambda_j z}\}_{j=1}^k, \lambda_j$  – различные комплексные числа, лежащие на произвольной фиксированной прямой, проходящей через начало координат. Для такой системы экспонент исследуется асимптотика поведения соответствующих диагональных аппроксимаций Эрмита–Паде. При различных действительных  $\{\lambda_j\}_{j=1}^k$  аналогичная задача решена в [10]. Случай, когда  $\{\lambda_j\}_{j=1}^k$  лежат на мнимой оси, рассматривался в [11].

**Основные результаты.** Рассмотрим комплексные числа  $\lambda_j = (\alpha + i\beta)b_j$ , где  $\alpha, \beta, \{b_j\}_{j=1}^k$  – действительные числа. Ясно, что все они лежат на прямой, проходящей через начало координат, угловой коэффициент которой зависит от выбора чисел  $\alpha$  и  $\beta$ . Обозначим через  $\{b_j^*\}_{j=1}^k$  множество точек  $\{b_j\}_{j=1}^k \cup \{0\}$ , занумерованных в порядке возрастания, т.е.  $b_0^* < b_1^* < \dots < b_k^*$ . Определим следующие функции  $\varphi(x) = (x - b_0^*)(x - b_1^*) \dots (x - b_k^*) = x(x - b_1) \dots (x - b_k)$ ,

$$S(x) = \ln((-1)^{k+p+1} \varphi(x)), \quad x \in (b_{p-1}^*; b_p^*),$$

$$S(b_p^*) = -\infty, \quad p = 0, 1, \dots, k.$$

Функция  $\varphi(x)$  имеет нули в точках  $b_0^*, b_1^*, \dots, b_k^*$ . Тогда на каждом из интервалов  $(b_0^*; b_1^*), (b_1^*; b_2^*), \dots, (b_{k-1}^*; b_k^*)$  производная  $\varphi'(x)$  обращается в нуль. Обозначим через  $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$  нули функции  $\varphi'(x)$ , занумерованные в порядке возрастания, т.е.  $x_p \in (b_{p-1}^*; b_p^*)$ . Наибольшее значение на интервале  $(b_{p-1}^*; b_p^*)$  функция  $S(x)$  принимает в точках  $x_p$ , т.е.  $S(x) < S(x_p)$  при  $x \in (b_{p-1}^*; b_p^*) \setminus \{x_p\}$ . И при этом на каждом из интервалов  $(b_{p-1}^*; b_p^*)$  имеем

$$S'(x) = \frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)}, \quad S''(x) = \frac{\varphi''(x)\varphi(x) - [\varphi'(x)]^2}{\varphi^2(x)} =$$

$$= -\frac{1}{x^2} - \frac{1}{(x-b_1)^2} - \dots - \frac{1}{(x-b_k)^2}.$$

Откуда получим, что  $S''(x_p) < 0$ .

Сформулируем основной результат работы.

**Теорема 1.** Пусть  $n = m_1 = \dots = m_k$  и  $\pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z})$  – аппроксимации Эрмита–Паде для системы экспонент  $\{e^{\lambda_j z}\}_{j=1}^k$ , где  $\lambda_j = (\alpha + i\beta)b_j$  – различные и отличные от нуля комплексные числа. Тогда для любого комплексного  $z$ ,  $|z| \leq L$ , и  $j \in \{1, 2, \dots, k\}$  при  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z}) =$$

$$= (-1)^{(k+1)n} (\alpha + i\beta)^{n(k+1)+1} \frac{z^{kn+n+1}}{(kn+n)!} e^{\lambda_j z} e^{\frac{\sum_{p=0}^k \lambda_p}{k+1}} \times$$

$$\times \text{sign}(b_j) \sum_p^* (-1)^{np} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS''(x_p)}} e^{nS(x_p)} e^{-z(\alpha+i\beta)x_p} (1 + O_p(1/n)),$$

где в  $\sum_p^*$  суммирование распространяется

только на те значения  $p$  из  $\{1, 2, \dots, k\}$ , для которых  $x_p$  лежат в интервале с концами в точках 0 и  $b_j$ .

Остановимся подробнее на следствиях теоремы 1. В случае, когда  $\{\lambda_j\}_{j=1}^k$  лежат на действительной или мнимой оси, получим следствия 1 и 2, совпадающие с теоремами из работ [10–11].

**Следствие 1.** Пусть  $n = m_1 = \dots = m_k$  и  $\pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z})$  – аппроксимации Эрмита–Паде для системы экспонент  $\{e^{\lambda_j z}\}_{j=1}^k$ , где  $\lambda_j = ib_j$  – различные и отличные от нуля комплексные числа. Тогда для любого комплексного  $z$ ,  $|z| \leq L$ , и  $j \in \{1, 2, \dots, k\}$  при  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z}) =$$

$$= (-i)^{n(k+1)+3} \text{sign}(b_j) \frac{z^{kn+n+1}}{(kn+n)!} e^{\lambda_j z} e^{\frac{\sum_{p=0}^k \lambda_p}{k+1}} \times$$

$$\times \sum_p^* (-1)^{np} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS''(x_p)}} e^{nS(x_p)} e^{-izx_p} (1 + O_p(1/n)),$$

где в  $\sum_p^*$  суммирование распространяется только на те значения  $p$  из  $\{1, 2, \dots, k\}$ , для которых  $x_p$  лежат в интервале с концами в точках 0 и  $b_j$ .

Для доказательства следствия 1 необходимо в теореме 1 положить  $\alpha = 0$ , а  $\beta = 1$ .

**Следствие 2.** Пусть  $n = m_1 = \dots = m_k$  и  $\pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z})$  – аппроксимации Эрмита–Паде для системы экспонент  $\{e^{\lambda_j z}\}_{j=1}^k$ , где  $\lambda_j = b_j$  – различные и отличные от нуля действительные числа. Тогда для любого комплексного  $z$ ,  $|z| \leq L$ , и  $j \in \{1, 2, \dots, k\}$  при  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j z}) =$$

$$= (-1)^{n(k+1)} \text{sign}(b_j) \frac{z^{kn+n+1}}{(kn+n)!} e^{\lambda_j z} e^{\frac{\sum_{p=0}^k \lambda_p}{k+1}} \times$$

$$\times \sum_p^* (-1)^{np} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS''(x_p)}} e^{nS(x_p)} e^{-zx_p} (1 + O_p(1/n)),$$

где в  $\sum_p^*$  суммирование распространяется

только на те значения  $p$  из  $\{1, 2, \dots, k\}$ , для которых  $x_p$  лежат в интервале с концами в точках 0 и  $b_j$ .

Для доказательства следствия 2 необходимо в теореме 1 положить  $\beta = 0$ , а  $\alpha = 1$ .

Рассмотрим также следствия теоремы 1, когда  $k = 2$  и  $\{\lambda_1, \lambda_2\}$  лежат на мнимой оси и биссектрисе первого координатного угла.

**Следствие 3.** Пусть  $\{e^{iz}, e^{i2z}\}$  – набор из двух экспонент и  $n = m_1 = m_2$ . Тогда для любого комплексного  $z$ ,  $|z| \leq L$ , при  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$e^{iz} - \pi_{2n,2n}^1(z; e^{i\xi}) = (-i)^{n+3} \frac{z^{3n+1}}{(3n)!} e^{iz} \sqrt{\frac{2\pi}{9n}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)^n e^{iz/\sqrt{3}} (1 + o(1)),$$

$$e^{i2z} - \pi_{2n,2n}^2(z; e^{i2\xi}) = (-i)^{n+3} \frac{z^{3n+1}}{(3n)!} e^{i2z} \sqrt{\frac{2\pi}{9n}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)^n \times \left\{ e^{iz/\sqrt{3}} + (-1)^n e^{-iz/\sqrt{3}} \right\} (1 + o(1)).$$

**Следствие 4.** Пусть  $\{e^{(1+i)z}, e^{(2+i2)z}\}$  – набор из двух экспонент и  $n = m_1 = m_2$ . Тогда для любого комплексного  $z$ ,  $|z| \leq L$ , при  $n \rightarrow \infty$  имеем

$$e^{(1+i)z} - \pi_{2n,2n}^1(z; e^{(1+i)\xi}) = (1+i)^{3n+1} \frac{z^{3n+1}}{(3n)!} e^{(1+i)z} \sqrt{\frac{2\pi}{9n}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)^n e^{(1+i)z/\sqrt{3}} (1 + o(1)),$$

$$e^{(2+i2)z} - \pi_{2n,2n}^2(z; e^{(2+i2)\xi}) = (-1)^{3n} (1+i)^{3n+1} \frac{z^{3n+1}}{(3n)!} e^{(2+i2)z} \sqrt{\frac{2\pi}{9n}} \left(\frac{2}{3\sqrt{3}}\right)^n \times \left\{ e^{-(1+i)z/\sqrt{3}} + (-1)^n e^{(1+i)z/\sqrt{3}} \right\} (1 + o(1)).$$

Для доказательства следствий 3 и 4 достаточно заметить, что при  $k = 2$ ,  $\lambda_j = ij$  или  $\lambda_j = (1+i)j$ ,  $j = 1, 2$ , в теореме 1

$$\varphi(x) = x(x-1)(x-2), \quad x_1 = 1-1/\sqrt{3}, \quad x_2 = 1+1/\sqrt{3},$$

$$S(x_1) = S(x_2) = \ln\left[2/(3\sqrt{3})\right], \quad S''(x_1) = S''(x_2) = -9.$$

**Доказательство теоремы 1.** Будем рассматривать интегралы вида

$$F(\lambda) = \int_I f(x) e^{\lambda S(x)} dx, \quad (5)$$

где  $I$  – или отрезок  $[a; b]$ , или интервал  $(a; b)$ ,  $\lambda$  – вещественный параметр. Считается, что функция  $S(x)$  принимает только действительные значения, в то время как функция  $f(x)$  может быть и комплекснозначной. При этом функции  $S(x)$ ,  $f(x)$  непрерывны при  $x \in I$ . Будем рассматривать асимптотику интеграла  $F(\lambda)$  при  $\lambda \rightarrow +\infty$ .

Приведем без доказательства следующие утверждения (см. [12]).

**Утверждение 1.** Пусть  $I = (a; b)$  – конечный или бесконечный интервал,  $S(x) \leq c$  при  $x \in I$  и

интеграл (5) сходится абсолютно при некотором  $\lambda_0 > 0$ . Тогда при  $\lambda \geq \lambda_0$

$$|F(\lambda)| \leq c_1 e^{c\lambda},$$

где  $c_1$  – положительная постоянная.

В дальнейшем нам понадобится лишь случай, когда  $S(x)$  достигает наибольшего значения на отрезке  $I = [a; b]$  в единственной точке, лежащей внутри этого отрезка.

**Утверждение 2.** Пусть  $S(x) < S(x_0)$ ,  $x \neq x_0$ ,  $a < x_0 < b$ ,  $S''(x_0) \neq 0$  и функции  $f(x)$ ,  $S(x)$  бесконечно дифференцируемы в некоторой окрестности точки  $x_0$ . Тогда при  $\lambda \rightarrow +\infty$  справедливо асимптотическое равенство

$$F(\lambda) = \sqrt{-\frac{2\pi}{\lambda S''(x_0)}} e^{\lambda S(x_0)} \left\{ f(x_0) + O(\lambda^{-1}) \right\}. \quad (6)$$

Перейдем теперь непосредственно к доказательству теоремы 1.

При  $p = 1, 2, \dots, k$  определим интегралы

$$J^p(z) = \int_{(\alpha+i\beta)b_{p-1}^*}^{(\alpha+i\beta)b_p^*} \xi^n (\xi - \lambda_1)^n \dots (\xi - \lambda_k)^n e^{-z\xi} d\xi, \quad (7)$$

в которых в качестве контура интегрирования возьмем отрезок, соединяющий точки  $(\alpha + i\beta)b_{p-1}^*$  и  $(\alpha + i\beta)b_p^*$ . Интегралы  $J^p(z)$  при достаточно больших  $n$  абсолютно сходятся. Проведем в интеграле (7) замену  $\xi = (\alpha + i\beta)x$ ,  $x \in (b_{p-1}^*; b_p^*)$ , получим

$$J^p(z) = (\alpha + i\beta)^{n(k+1)+1} \times \int_{b_{p-1}^*}^{b_p^*} x^n (x - b_1)^n \dots (x - b_k)^n e^{-z(\alpha+i\beta)x} dx =$$

$$= (-1)^{(k+p+1)n} (\alpha + i\beta)^{n(k+1)+1} \times \int_{b_{p-1}^*}^{b_p^*} e^{-z(\alpha+i\beta)x} e^{n \ln[(-1)^{k+p+1} \varphi(x)]} dx =$$

$$= (-1)^{(k+p+1)n} (\alpha + i\beta)^{n(k+1)+1} \int_{b_{p-1}^*}^{b_p^*} e^{-z(\alpha+i\beta)x} e^{n S(x)} dx.$$

Разобьем область интегрирования в последнем интеграле на три промежутка:  $(b_{p-1}^*; b_{p-1}^* + \tau)$ ,  $(b_{p-1}^* + \tau; b_p^* - \tau)$ ,  $(b_p^* - \tau; b_p^*)$ , где  $0 < \tau < 1$  и выбрано так, что  $x_p \in (b_{p-1}^* + \tau; b_p^* - \tau)$ . Так как  $S(x)$  на интервале  $(b_{p-1}^*; b_p^*)$  принимает наибольшее значение в единственной точке  $x_p$ , то в силу утверждения 1 несобственные интегралы по первому и третьему промежуткам экспоненциально малы по сравнению с  $e^{nS(x_p)}$ . Асимптотика интеграла по отрезку  $[b_{p-1}^* + \tau; b_p^* - \tau]$  находится

с помощью утверждения 2, если положить  $f(x) = e^{-z(\alpha+i\beta)x}$ . Тогда получим, что для любого комплексного  $z$ ,  $|z| \leq L$ , и  $n \rightarrow \infty$

$$J^p(z) = (-1)^{(k+p+1)n} (\alpha + i\beta)^{n(k+1)+1} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS^n(x_p)}} e^{nS(x_p)} \times e^{-z(\alpha+i\beta)x_p} (1 + O_p(1/n)). \quad (8)$$

Теперь рассмотрим остаточный член диагональных аппроксимаций Эрмита–Паде:

$$R_{kn, kn}^j(z) = \frac{e^{\lambda_j z} z^{kn+n+1}}{(kn+n)!} \int_0^{\lambda_j} \xi^n \prod_{p=1}^k (\xi - \lambda_p)^n e^{-z\xi} d\xi. \quad (9)$$

Легко заметить, что интегралы в (9) представимы в виде

$$I_j(z) = \text{sign}(b_j) \sum_p^* J^p(z),$$

где  $\sum_p^*$  состоит только из тех интегралов  $J^p(z)$ , у которых область интегрирования  $((\alpha + i\beta)b_{p-1}^*; (\alpha + i\beta)b_p^*)$ , где  $(b_{p-1}^*; b_p^*) \subset (0; b_j)$ .

И тогда, учитывая (8), получим

$$R_{kn, kn}^j(z) = (-1)^{(k+1)n} (\alpha + i\beta)^{n(k+1)+1} \frac{z^{kn+n+1}}{(kn+n)!} e^{\lambda_j z} \text{sign}(b_j) \times \sum_p^* (-1)^{np} \sqrt{\frac{-2\pi}{nS^n(x_p)}} e^{nS(x_p)} e^{-z(\alpha+i\beta)x_p} (1 + O_p(1/n)). \quad (10)$$

Заметим, что при  $n = m_1 = m_2 = \dots = m_k$  и  $n \rightarrow \infty$  из (3) найдем, что

$$Q_{kn}(z) = \exp\left\{-\frac{\sum_{p=1}^k \lambda_p}{k+1} z\right\} (1 + O(1/n)). \quad (11)$$

Тогда утверждение теоремы легко получить из (10) и (11), учитывая, что

$$e^{\lambda_j z} - \pi_{kn, kn}^j(z; e^{\lambda_j \xi}) = R_{kn, kn}^j(z) / Q_{kn}(z).$$

Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никишин, Е.М. Рациональные аппроксимации и ортогональность / Е.М. Никишин, В.Н. Сорокин. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 256 с.

2. Hermite, C. Sur la fonction exponentielle / C. Hermite // C.R. Akad. Sci (Paris). – 1873. – Vol. 77. – P. 18–293.  
 3. Клейн, Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей / Ф. Клейн. – М.–Л., 1933. – 324 с.  
 4. Mahler, K. On the approximation of logarithms of algebraic numbers / K. Mahler // Philos. Trans. Roy. Soc. London. Ser. A. – 1953. – Vol. 245. – P. 371–398.  
 5. Калягин, В.А. Аппроксимации Эрмита–Паде и спектральный анализ несимметричных разностных операторов / В.А. Калягин // Матем. сборник. – 1994. – Т. 185, № 6. – С. 79–100.  
 6. Бейкер, Дж. Аппроксимации Паде / Дж. Бейкер мл., П. Грейвс-Моррис. – М.: Мир, 1986. – 502 с.  
 7. Van Assche, W. Continued fractions: from analytic number theory to constructive approximation / W. Van Assche // Contemp. Math., Amer. Math. Soc. – 1999. – Vol. 236. – P. 325–342.  
 8. Аптекарев, А.И. Рациональные приближения постоянной Эйлера и рекуррентные соотношения: сб. ст. // Совр. пробл. матем. / А.И. Аптекарев (ред.). – М.: МИАН, 1988. – Т. 9.  
 9. Аптекарев, А.И. О сходимости рациональных аппроксимаций к набору экспонент / А.И. Аптекарев // Вестн. МГУ. Сер. 1, Математика. Механика. – 1981. – № 1. – С. 68–74.  
 10. Старовойтов, А.П. О свойствах аппроксимаций Эрмита–Паде для системы функций Миттаг–Леффлера / А.П. Старовойтов // Докл. НАН Беларуси. – 2013. – Т. 57, № 1. – С. 5–10.  
 11. Старовойтов, А.П. Об асимптотике аппроксимаций Эрмита–Паде для системы функций Миттаг–Леффлера / А.П. Старовойтов // Изв. вузов. матем. – 2014. – № 9. – С. 59–68.  
 12. Сидоров, Ю.В. Лекции по теории функций комплексного переменного: учеб. для вузов. – 3-е изд. / Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 480 с.

REFERENCES

1. Nikishin E.M., Sorokin V.N. *Ratsionalniye approximatsii i ortogonalnost* [Rational Approximants and Orthogonality], M., Nauka, gl. red. fiz.-mat. lit., 1988, 256 p.  
 2. Hermite C. Sur la fonction exponentielle / C. Hermite // C.R. Akad. Sci (Paris). – 1873. – Vol. 77. – P. 18–293.  
 3. Klein, F. *Elementarnaya matematika s tochki zreniya vishei* [Elementary Mathematics from the Point of View of Higher], M.–L., 1933, 324 p.  
 4. Mahler, K. On the approximation of logarithms of algebraic numbers / K. Mahler // Philos. Trans. Roy. Soc. London. Ser. A. – 1953. – Vol. 245. – P. 371–398.  
 5. Kaliagin V.A. *Matem. sbornik* [Mathematics Collection], 1994, 185 (6), pp. 79–100.  
 6. Baker J., Graves-Morris P. *Pade approximatsii* [Pade Approximants], M., Mir, 1986, 502 p.  
 7. Van Assche W. *Continued fractions: from analytic number theory to constructive approximation* / W. Van Assche // Contemp. Math., Amer. Math. Soc. – 1999. – Vol. 236. – P. 325–342.  
 8. Aptekarev A.I. *Sbornik statei. Sovr. probl. matem.* [Collection of articles. Contemporary Issues of Mathematics], M., MIAN, 1988, 9.  
 9. Aptekarev A.I. *Vestn. MGU. Ser. 1. Matematika. Mekhanika* [Newsletter of MSU. Ser. 1. Mathematics. Mechanics.], 1981, 1, pp. 68–74.  
 10. Starovoitov A.P. *Dokl. NAN Belarusi* [Reports of NAS of Belarus], 2013, 57 (1), pp. 5–10.  
 11. Starovoitov A.P. *Izv. vuzov. Matem.* [Newsletter of Universities. Mathematics.], 2014, 9, pp. 59–68.  
 12. Sidorov Yu.V., Fedoriuk M.V., Shabunin M.I. *Lektsii po teorii funktsii kompleksnogo peremennogo: Ucheb. dlia vuzov* [Lectures on Theory of Functions of Complex Changeable: University Textbook], M., Nauka, gl. red. fiz.-mat. lit., 1989, 480 p.

Поступила в редакцию 02.07.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: avastafeva@mail.ru – Герман А.В.

УДК 796.01:612:001.891.53

## Зависимость лабораторных показателей обмена веществ и функционального состояния организма от возраста спортсменов в интервале 12–18 лет

**А.А. Чиркин\*, Н.А. Степанова\*, А.И. Гурская\*, А.Г. Тетерев\*\*, Н.Н. Горшкова\*\*\*, М.Н. Дауб\*, А.В. Цецохо\*\*\*\***

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

*\*\*Учреждение здравоохранения «Витебский областной диагностический центр»*

*\*\*\*Учреждение здравоохранения «Витебский областной диспансер спортивной медицины»*

*\*\*\*\*Постоянная комиссия Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь по здравоохранению, физической культуре, семейной и молодежной политике*

*В периоде полового созревания изменяются процессы нейроэндокринной регуляции обмена веществ, функционирования тканей и органов. Систематические занятия спортом в это время могут приводить к дополнительным изменениям метаболизма, его регуляции и функционального состояния организма подростка.*

*Цель статьи – сопоставительный анализ антропометрических, биохимических и функциональных показателей подростков в возрастном периоде 12–18 лет, занимающихся и не занимающихся спортом.*

*Материал и методы.* Под наблюдением находились 366 подростков-спортсменов мужского пола, проходивших плановое обследование в Витебском областном диспансере спортивной медицины в 2012–2015 годах.

*Результаты и их обсуждение.* Подростки-спортсмены выше ростом на 3–8%, имеют большую массу тела на 14–30% и обладают большим индексом массы тела на 7–14% по сравнению со своими сверстниками, не занимающимися спортом. У подростков-спортсменов всех возрастных групп повышены содержание общего билирубина и активность креатинфосфокиназы, а также снижены концентрации мочевины, общего белка, альбуминов, общего холестерина, триглицеридов, активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы и  $\alpha$ -амилазы. Наибольшая нагрузка на метаболизм выявлена у подростков-спортсменов в возрастной группе 12–14 лет: низкие величины концентрации мочевины, альбуминов, триглицеридов, активности АЛТ,  $\gamma$ -глутамилтрансферазы, что может быть связано с функциональной недостаточностью печени.

*Заключение.* Изменения обмена веществ и функционального состояния организма у подростков-спортсменов сопряжены с положительной динамикой антропометрических показателей.

*Ключевые слова:* подростковый возраст, занятия спортом, лабораторное обследование, аппаратно-программный комплекс «Омега-С», биохимия спорта.

## Dependence of Laboratory Metabolic Rate and Functional State of the Organism on the Age of 12–18 Year Old Athletes

**A.A. Chirkin\*, N.A. Stepanova\*, A.I. Gurskaya\*, A.G. Teterev\*\*, N.N. Gorshkova\*\*\*, M.N. Daub\*, A.V. Tsetsocho\*\*\*\***

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

*\*\*Health Protection Establishment «Vitebsk Regional Diagnostic Center»*

*\*\*\*Health Protection Establishment «Vitebsk Regional Sports Medicine Clinic»*

*\*\*\*\*Standing Committee on Health, Physical Education, Family and Youth Policy of the House of Representatives*

*At puberty processes of neuroendocrine regulation of metabolism as well as those of functioning of tissues and organs change. Systematic sports in this period may lead to additional changes in metabolism, its regulation and functional condition of the body of a teenager.*

*The purpose of the research is a comparative analysis of anthropometric, biochemical and functional indices of teenagers in the age period of 12–18 years old, those who do sports and those who don't.*

**Material and methods.** Under observation were 366 adolescent male athletes undergoing checkup at the Vitebsk Regional Sports Medicine Clinic in 2012–2015.

**Findings and their discussion.** Adolescent athletes were 3 to 8% higher, had 14–30% bigger weight, and had 7–14% larger body mass index compared to their peers not doing sports. Adolescent athletes of all age groups had increased content of total bilirubin and creatine phosphokinase activity, while urea concentration, total protein, albumin, total cholesterol, triglycerides,  $\gamma$ -glutamyltransferase activity and  $\alpha$ -amylase were lowered. Maximum load on metabolism was found in adolescent athletes in the age group of 12–14: the lowest values of the concentration of urea, albumin, triglycerides, ALT,  $\gamma$ -glutamyltransferase, which may be associated with functional impairment of the liver.

**Conclusion.** Changes in metabolism and functional state of the organism of adolescent athletes are associated with the positive dynamics of anthropometric indices.

**Key words:** teens, sports, laboratory tests, hardware-software complex «Omega-C», biochemistry of sports.

Исследования физиологов и биохимиков показали, что адаптация к мышечной деятельности является системным ответом организма, направленным на достижение высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это. Адаптацию к физическим нагрузкам следует рассматривать как динамический процесс, в основе которого лежит формирование новой программы реагирования, а сами приспособительные изменения, их динамика и физиологические механизмы определяются состоянием и соотношением внешних и внутренних условий деятельности [1–4]. Долговременная адаптация сопровождается следующими основными процессами: а) перестройкой регуляторных механизмов, б) мобилизацией и использованием физиологических резервов, в) формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека [5–6]. Наименее изученными являются возрастные особенности адаптационных процессов у спортсменов-подростков. Согласно терминологии Фонда Организации Объединенных Наций в области народонаселения, к подросткам относятся лица в возрасте 10–19 лет (ранний подростковый возраст – 10–14 лет; поздний подростковый возраст – 15–19 лет) [7–9]. Так, например, было выявлено, что наиболее высокие темпы прироста скоростных способностей на дистанции 30 м наблюдаются у хоккеистов с 9 до 10 лет, а в беге на 60 м – с 10 до 12 лет. Отмечены наивысшие темпы прироста скоростной выносливости у хоккеистов в беге на 300 м с 10 до 11 и с 13 до 15 лет [10]. Подростковый возраст совпадает с пубертатным скачком роста и физического развития. На фоне включения половых желез во взаимодействие с гипофизом и щитовидной железой изменяются нейроэндокринные и нейрогуморальные соотношения в организме, характерные для предшествующего периода детства. Систематические занятия спортом в это время могут приводить к дополнительным изме-

нениям метаболизма, его регуляции и функционального состояния организма подростка. В то же время следует отметить, что комплексных биохимических и функциональных исследований, позволяющих получить наиболее адекватное представление о развитии адаптационных процессов в организме спортсменов подросткового периода, недостаточно.

Цель статьи – сопоставительный анализ антропометрических, биохимических и функциональных показателей подростков в возрастном периоде 12–18 лет, занимающихся и не занимающихся спортом.

**Материал и методы.** Под наблюдением находились 366 подростков-спортсменов мужского пола, из них 89 в возрасте 12–14 лет, 169 – в возрасте 15–16 лет и 108 в возрасте 17–18 лет. В качестве контрольных групп использовали данные исследований белорусских подростков [11–12]. Методика обследования спортсменов и лиц, не занимающихся дозированными физическими нагрузками, описана ранее [13]. Оценка функционального состояния спортсменов осуществлялась аппаратно-программным комплексом «Омега-С», предназначенным для оперативного контроля физического состояния спортсменов в тренировочном процессе и в период подготовки к соревнованиям. В режиме экспресс-контроля этот комплекс позволяет определять: 1) уровень и адаптацию спортсмена к физическим нагрузкам; 2) степень тренированности сердца спортсмена; 3) уровень энергетического обеспечения физических нагрузок; 4) текущее психоэмоциональное состояние спортсмена; 5) интегральный показатель «индекс спортивной формы» [14].

После оценки характера распределения цифрового материала производили его статистическую обработку по Стьюденту. В таблицах приведены показатели в виде  $M \pm m$ . Статистически достоверные различия учитывались при  $P < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Антропометрические исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительный анализ антропометрических данных обследуемых подростков**

Возрастные группы	Возраст, лет	Рост, см	Масса тела, кг	ИМТ, кг/м <sup>2</sup>
12–14, контроль	13,2±0,02	157,4±0,14	45,2±0,11	18,2±0,03
15–18, контроль	16,3±0,17	171,6±0,14	59,4±0,16	20,2±0,04
12–14, спортсмены	13,7±0,06	170,0±1,08 <sup>1</sup>	58,8±1,39 <sup>1</sup>	20,4±0,30 <sup>1</sup>
15–16, спортсмены	15,5±0,04	176,9±0,60 <sup>1</sup>	67,8±0,79 <sup>1</sup>	21,7±0,20 <sup>1</sup>
17–18, спортсмены	17,5±0,05	180,7±0,71 <sup>1</sup>	75,0±0,99 <sup>1</sup>	23,0±0,23 <sup>1</sup>

**Примечание:** <sup>1</sup> – P<0,05 по отношению к группе соответствующей периодизации Республики Беларусь; ИМТ – индекс массы тела (Кетле).

Таблица 2

**Сравнительный анализ биохимических показателей (биохимических портретов) сыворотки крови обследуемых подростков**

Показатель	Контроль		Спортсмены		
	<15 лет	15–19 лет	12–14 лет	15–16 лет	17–18 лет
Глюкоза, ммоль/л	4,68±0,04	4,73±0,06	4,60±0,06 <sup>2</sup>	4,70±0,05	4,75±0,06
Мочевина, ммоль/л	5,26±0,12	5,49±0,14	4,40±0,11 <sup>1, 2, 3</sup>	4,70±0,08 <sup>1, 2</sup>	5,18±0,11 <sup>1</sup>
Креатинин, ммоль/л	0,07±0,01	0,09±0,02	0,10±0,01 <sup>1</sup>	0,09±0,01	0,10±0,01
Билирубин общий, мкмоль/л	8,59±0,18	11,0±0,22	14,6±0,64 <sup>1</sup>	15,9±0,70 <sup>1</sup>	15,0±0,61 <sup>1</sup>
Общий белок, г/л	73,0±0,44	76,0±0,45	70,2±0,50 <sup>1</sup>	71,8±0,41 <sup>1</sup>	72,5±0,49 <sup>1</sup>
Альбумины, г/л	44,6±0,27	45,9±0,27	40,2±0,42 <sup>1, 2, 3</sup>	41,6±0,30 <sup>1, 2</sup>	42,6±0,33 <sup>1</sup>
Глобулины, г/л	28,4±0,27	30,1±0,27	30,5±0,47 <sup>1</sup>	30,4±0,37	30,1±0,45
Мочевая кислота, мкмоль/л	0,26±0,08	0,32±0,08	0,30±0,01	0,29±0,01 <sup>2</sup>	0,31±0,01
ОХС, ммоль/л	4,32±0,04	4,09±0,04	4,12±0,09 <sup>1, 3</sup>	3,82±0,06 <sup>1</sup>	3,93±0,07 <sup>1</sup>
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,31±0,02	1,24±0,01	1,31±0,04	1,24±0,03 <sup>1</sup>	1,36±0,04
ИА, ед.	2,40±0,05	2,40±0,04	2,20±0,11 <sup>2</sup>	2,05±0,10 <sup>1</sup>	1,90±0,08 <sup>1</sup>
Триглицериды, ммоль/л	0,95±0,02	1,07±0,02	0,80±0,04 <sup>1, 2, 3</sup>	0,90±0,04 <sup>1</sup>	0,93±0,04 <sup>1</sup>
ХС ЛПНП, ммоль/л	2,70±0,04	2,48±0,30	2,50±0,09 <sup>2, 3</sup>	2,11±0,08	2,13±0,07
АлАТ, Е/л	24,4±0,70	25,9±1,29	18,2±0,82 <sup>1, 2, 3</sup>	21,4±0,78 <sup>1</sup>	24,4±1,44
АсАТ, Е/л	35,0±0,76	33,7±1,36	31,8±0,97 <sup>1</sup>	33,6±0,85	35,8±3,64
ЩФ, Е/л	274±10,0	159±10,5	237±14,9 <sup>1, 2, 3</sup>	149±8,90 <sup>1, 2</sup>	118±10,0 <sup>1</sup>
КФК, Е/л	84,1±1,50		298±22,9 <sup>1</sup>	346±18,9 <sup>1</sup>	337±25,9 <sup>1</sup>
ГГТ, Е/л	23,1±1,12	22,6±1,18	13,6±0,38 <sup>1, 2, 3</sup>	15,8±0,59 <sup>1</sup>	15,2±0,53 <sup>1</sup>
α-Амилаза, Е/л	150±4,55		112±6,13 <sup>1, 2</sup>	111±4,80 <sup>1, 2</sup>	82,8±5,02 <sup>1</sup>

**Примечание:** <sup>1</sup> – P<0,05 по отношению к контролю данной возрастной группы; <sup>2</sup> – P<0,05 по отношению к возрастной группе спортсменов 17–18 лет; <sup>3</sup> – P<0,05 по отношению к возрастной группе спортсменов 15–16 лет. ОХС – общий холестерин, ХС ЛПВП – холестерин липопротеинов высокой плотности, ХС ЛПНП – холестерин липопротеинов низкой плотности, ИА – индекс атерогенности, АлАТ – аланин-аминотрансфераза, АсАТ – аспартат-аминотрансфераза, ЩФ – щелочная фосфатаза, КФК – креатинфосфокиназа, ГГТ – γ-глутамилтрансфераза.

Из анализа данных табл. 1 следует, что подростки, занимающиеся дозированными физическими нагрузками, были на 3–8% выше ростом, на 14–30% имели большую массу и на 7–14% обладали большим индексом массы тела по сравне-

нию со своими сверстниками, не занимающимися спортом. Полученные результаты еще раз иллюстрируют то положение, что систематические занятия спортом способствуют росту и развитию подростков, вызывая формирование механизмов

долговременной адаптации к физическим нагрузкам на уровне формирования организма. Однако в подростковом возрасте происходят сложные процессы перестройки регуляторных механизмов (например, половое созревание), мобилизация и использование физиологических резервов для обеспечения роста. При наличии систематических физических нагрузок следует ожидать дополнительных механизмов, участвующих как в перестройке регуляторных механизмов, так и обеспечении роста и правильного развития организма. Для их регистрации были проведены биохимические исследования, отображающие состояние обмена веществ (табл. 2).

В результате биохимического обследования подростков было установлено (табл. 2), что по сравнению с не занимающимися спортом у спортсменов всех возрастных групп повышены содержание общего билирубина и активность креатинфосфокиназы, а также снижены концентрации мочевины, общего белка, альбуминов, общего холестерина, триглицеридов, активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы и  $\alpha$ -амилазы. Эти данные свидетельствуют о специфическом действии регулярных физических нагрузок на растущий организм в виде избыточного выхода креатинфосфокиназы из саркомеров мышц как результат микротравматизации мышц или увеличения их массы и повышения концентрации билирубина – эндогенного антиоксиданта при усиленных аэробных нагрузках. Сниженные величины ряда показателей обмена веществ могут демонстрировать особенности метаболического обеспечения спортивной деятельности у подростков за счет относительной недостаточности функционально-

го состояния печени (общий белок, альбумины, мочевины, общий холестерин), поджелудочной железы ( $\alpha$ -амилаза), уменьшения долгосрочных транспортных форм энергии (триглицериды), транспорта аминокислот через клеточные мембраны ( $\gamma$ -глутамилтрансфераза). Наибольшая нагрузка на метаболизм выявлена у подростков-спортсменов в возрастной группе 12–14 лет (табл. 2): низкие величины концентрации мочевины, альбуминов, триглицеридов, активности АЛТ,  $\gamma$ -глутамилтрансферазы, что может быть связано с функциональной недостаточностью печени, и повышенное содержание общего холестерина и ХС ЛПНП как признаки этапа усиленного стероидогенеза в периоде полового созревания и, возможно, недостаточно компенсированного нервно-психического напряжения. Приведенные данные об изменениях показателей обмена веществ целесообразно учитывать при планировании тренировочного процесса у подростков. Для уменьшения последствий имеющегося противоречия между ранним возрастом начала спортивной деятельности и негативным влиянием ее на отдельные грани обмена веществ следует проводить регулярный (по нашему опыту 1 раз в квартал) биохимический контроль.

Основные показатели обмена веществ приближаются к величинам, характерным для взрослых в возрастной группе 17–18 лет [11]. Поэтому в дальнейших исследованиях возрастные изменения изучавшихся показателей сравнивались, прежде всего, с этой возрастной группой обследуемых лиц, а также с референтными показателями для взрослых (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание минеральных веществ и величины биохимических коэффициентов для сыворотки крови подростков-спортсменов**

Показатель	Спортсмены		
	12–14 лет	15–16 лет	17–18 лет
Кальций (2,0–2,6 ммоль/л)	2,20±0,042 <sup>2,3</sup>	2,33±0,02 <sup>2</sup>	2,40±0,02
Железо (9,5–30,0 ммоль/л)	15,6±1,45	16,8±0,64	16,9±0,71
ОЖСС (45–70 мкмоль/л)	53,8±0,89	54,9±0,76	53,0±0,90
Калий (3,5–5,5 ммоль/л)	4,16±0,12	4,41±0,08	4,44±0,07
Альбумины/глобулины	1,32±0,03 <sup>2</sup>	1,37±0,02	1,41±0,02
АсАТ/АлАТ	1,75±0,06 <sup>2,3</sup>	1,57±0,04 <sup>2</sup>	1,47±0,04
КФК/АсАТ	9,36±0,65	10,2±0,44	9,42±0,51
Глюкоза/ОХС	1,10±0,03 <sup>2,3</sup>	1,23±0,03	1,21±0,03
Глюкоза/ХС ЛПВП	3,53±0,13	3,71±0,12 <sup>2</sup>	3,50±0,13
Глюкоза/ХС ЛПНП	1,85±0,08 <sup>2,3</sup>	2,22±0,11	2,23±0,09

Примечание: см. табл. 2.

Таблица 4

**Основные показатели физического состояния подростков-спортсменов, суточный прогноз и «энергетическая пирамида» (комплекс «Омега-С»)**

Показатель	Спортсмены		
	12–14 лет	15–16 лет	17–18 лет
А – уровень адаптации к физической нагрузке (60–100%)	69,4±2,5 <sup>3</sup>	76,0±1,4	75,2±1,9
Б – уровень тренированности организма (60–100%)	76,3±2,8 <sup>2,3</sup>	86,0±1,4	83,7±1,99
С – уровень энергетического обеспечения (60–100%)	65,5±1,9 <sup>3</sup>	72,0±1,2	70,2±1,7
Д – психоэмоциональное состояние (60–100%)	67,3±2,1 <sup>3</sup>	75,0±1,2	72,5±1,7
Индекс вегетативного равновесия (35–145)	138±115 <sup>2,3</sup>	96,0±4,9	103±7,0
Резерв тренированности (60–100%)	73,5±2,47 <sup>3</sup>	79,0±1,4 <sup>2</sup>	74,0±2,1
Энергетическое обеспечение (150–600)	218±10,4 <sup>3</sup>	252±7,8	246±9,3
Энергетический баланс (1,0–2,5)	0,9±0,03 <sup>2</sup>	1,0±1,02	1,0±0,03

**Примечание:** см. табл. 2.

Из анализа данных табл. 3 следует, что наибольшие биохимические изменения характерны для спортсменов возрастной группы 12–14 лет: снижено содержание кальция, а также величины коэффициентов альбумины/глобулины (недостаточный синтез альбуминов гепатоцитами), глюкоза/ОХС и глюкоза/ХС ЛПНП (преобладание транспорта холестерина как строительного материала для стероидных гормонов над лабильной транспортной формой энергии) и повышены величины отношения АсАТ/АлАТ (вероятный избыточный выход АсАТ из мышц). У спортсменов 15–16 лет еще сохраняются изменения концентрации кальция и величины отношения АсАТ/АлАТ, но увеличивается величина отношения глюкоза/ХС ЛПВП. Известно, что концентрация ХС ЛПВП часто уменьшается при действии цитотоксических гепатотропных субстанций. Не исключено, что полученные результаты отражают начало фармакологического сопровождения у некоторых спортсменов в возрасте 15–16 лет, включенных в группу обследуемых.

В табл. 4 представлены данные комплексного компьютерного исследования физического состояния подростков-спортсменов с помощью анализатора «Омега-С».

Из данных табл. 4 следует, что основные показатели физического состояния юных спортсменов находятся в пределах нормальных величин, однако у подростков-спортсменов возрастной группы 12–14 лет эти показатели распределяются ближе к области нижней границы нормы.

Итак, в результате проведенных исследований можно сделать заключение о том, что наибольшие изменения антропометрических, биохимических и функциональных показателей зарегистрированы у подростков-спортсменов 12–14 лет.

**Заключение.** Под наблюдением находились 366 подростков-спортсменов мужского пола, проходивших плановое обследование в Витебском областном диспансере спортивной медицины в 2012–2015 годах. Подростки-спортсмены выше на 3–8%, имеют большую массу тела на 14–30% и обладают большим индексом массы тела на 7–14% по сравнению со своими сверстниками, не занимающимися спортом. У подростков-спортсменов всех возрастных групп повышены содержание общего билирубина и активность креатинфосфокиназы, а также снижены концентрации мочевины, общего белка, альбуминов, общего холестерина, триглицеридов, активность  $\gamma$ -глутамилтрансферазы и  $\alpha$ -амилазы. Наибольшая нагрузка на метаболизм выявлена у подростков-спортсменов в возрастной группе 12–14 лет: низкие величины концентрации мочевины, альбуминов, триглицеридов, активности АлАТ,  $\gamma$ -глутамилтрансферазы, что может быть связано с функциональной недостаточностью печени. Повышенное содержание общего холестерина и ХС ЛПНП у подростков-спортсменов, вероятно, является характерным признаком этапа усиленного стероидогенеза в периоде полового созревания и, возможно, недостаточно компенсированного нервно-психического напряжения.

Основные показатели обмена веществ приближаются к величинам, характерным для взрослых в возрастной группе 17–18 лет. Показатели физического состояния юных спортсменов (аппаратно-программный комплекс «Омега-С») находятся в пределах нормальных величин, однако у подростков-спортсменов возрастной группы 12–14 лет эти показатели распределены ближе к области нижней границы нормы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Казначеев, В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск: Наука, 1980. – 192 с.
2. Медведев, В.И. Устойчивость физиологических и психологических функций человека при действии экстремальных факторов / В.И. Медведев. – Л.: Наука, 1982. – 104 с.
3. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 254 с.
4. Солодков, А.С. Некоторые итоги исследований физиологической адаптации в спорте / А.С. Солодков // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 10. – С. 42–44.
5. Солодков, А.С. Адаптация в спорте: теоретические и прикладные аспекты / А.С. Солодков // Теория и практика физ. культуры. – 1990. – № 5. – С. 3–6.
6. Солодков, А.С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А.С. Солодков // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 87–93.
7. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Олимпия-Пресс, 2005. – 528 с.
8. Личагина, С.А. Изменение показателей периферической крови у юных дзюдоистов под воздействием нагрузок микроцикла подготовки к соревнованиям / С.А. Личагина // Вестн. Южно-Уральск. гос. ун-та. Сер., Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2005. – Вып. 4. – С. 217–218.
9. Босенко, А.И. Возрастные закономерности развития системы управления движениями у девочек 7–16 лет / А.И. Босенко, В.А. Скобелева, Ю.Ф. Нежелский // Здоровье для всех: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Пинск, 2015. – С. 64–69.
10. Шукевич, Л.В. Темпы прироста показателей скоростной направленности хоккеистов / Л.В. Шукевич [и др.] // Здоровье для всех: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Пинск, 2015. – С. 212–216.
11. Чиркин, А.А. Физиологические значения лабораторных тестов у населения Республики Беларусь: справ. пособие / А.А. Чиркин [и др.]: под ред. В.С. Улащика. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2010. – 88 с.
12. Ляликов, С.А. Периодизация детского возраста на основании антропометрических показателей / С.А. Ляликов, В.И. Ляликова // Журнал ГрГМУ. – 2008. – № 4. – С. 28–32.
13. Чиркин, А.А. Активность креатинкиназы в сыворотке крови лиц, занимающихся спортом / А.А. Чиркин [и др.] // Лабораторная диагностика. Восточная Европа. – 2014. – № 3. – С. 47–55.
14. Ачкасов, Е.Е. Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменов / Е.Е. Ачкасов, С.Д. Руненко, Е.А. Таламбум [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2011. – № 3. – С. 7–14.

R E F E R E N C E S

1. Kaznacheyev V.P. *Sovremennye aspekti adaptatsii* [Contemporary Aspects of Adaptation], Novosibirsk, Nauka, 1980, 192 p.
2. Medvedev V.I. *Ustoichivost fiziologicheskikh i psikhologicheskikh funktsii cheloveka pri deistvii ekstremalnikh faktorov* [Stability of Physiological and Psychological Functions of the Man under Extreme Factors Impact], L., Nauka, 1982, 104 p.
3. Meyerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptatsiya k stressovim situatsiyam i fizicheskim nagruzkam* [Adaptation to Stress Situations and Physical Loads], M., Medicine, 1988, 254 p.
4. Solodkov A.S. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 2006, 10, pp. 42–44.
5. Solodkov A.S. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 1990, 5, pp. 3–6.
6. Solodkov A.S. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Human], 2000, 26 (6), pp. 87–93.
7. Solodkov A.S., Sologub E.B. *Fiziologiya cheloveka. Obshchaya. Sportivnaya. Vozrastnaya: Uchebnik*. [Physiology of Human. General. Sport. Age: Textbook.], M., Olimpiya-Press, 2005, 528 p.
8. Lichagina S.A. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovaniye, zdravookhraneniye, fizicheskaya kultura* [Newsletter of South Ural State University. Education, Health, Physical Training], 2005, 4, pp. 217–218.
9. Bosenko A.I., Skobeleva V.A., Nezhelski Yu.F. *Mater. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Zdoroviye dlia vseh»* [Materials of the VI International Scientific and Practical Conference «Health for All»], Pinsk, 2015, pp. 64–69.
10. Shukevich L.V. *Mater. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Zdoroviye dlia vseh»* [Materials of the VI International Scientific and Practical Conference «Health for All»], Pinsk, 2015, pp. 212–216.
11. Chirkin A.A. *Fiziologicheskiye znacheniya laboratornikh testov u naseleniya Respubliki Belarus: sprav. posobiye* [Laboratory Test Physiological Parameters of the Population of the Republic of Belarus: Directory], Minsk, Adukatsiya i vykhavanne, 2010, 88 p.
12. Lyalikov S.A., Lyalikova V.I. *Zhurnal GrGMU* [Journal of GrGMU], 2008, 4, pp. 28–32.
13. Chirkin A.A. *Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Yevropa*. [Laboratory Diagnostics. Eastern Europe.], 2014, 3, pp. 47–55.
14. Achkasov E.E., Runenko S.D., Talambum E.A. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sport Medicine: Science and Practice], 2011, 3, pp. 7–14.

Поступила в редакцию 02.06.2015  
 Адрес для корреспонденции: chir@tut.by – Чиркин А.А.

УДК 55:502.62(476.5)

## Об оптимизации охранного режима заказников «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито»

**А.Б. Торбенко, И.А. Красовская, С.А. Дорофеев, И.М. Морозов, А.Д. Тимошкова**  
Учреждение образования «Витебский государственный университет  
имени П.М. Машиерова»

Уникальность рельефа и водных объектов, высокий уровень ландшафтного разнообразия и сохранности природных комплексов, большое количество редких и охраняемых видов растений и животных, характерные для территорий геологического заказника местного значения «Белозерские выдмы» и гидрологического заказника республиканского значения «Глубокое–Большое Островито», позволяют говорить о возможности их объединения с одновременным приданием новой особо охраняемой природной территории (ООПТ) статуса ландшафтного заказника республиканского значения.

Цель настоящей работы – рассмотреть возможность изменения статуса и корректировки границ территорий геологического заказника местного значения «Белозерские выдмы» и гидрологического заказника республиканского значения «Глубокое–Большое Островито».

**Материал и методы.** Материалом послужили нормативно-правовые акты, фондовые источники Института геологических наук НАН Беларуси, результаты натурных наблюдений. Основные методы: анализ фондовых и литературных источников, наблюдения, картографический, сравнительно-сопоставительный анализ, индуктивный и дедуктивный методы, ГИС-технологии.

**Результаты и их обсуждение.** Выполненные исследования позволяют констатировать, что: 1) для территории заказников «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито» характерен уникальный комплекс эталонных форм рельефа, сформированных в одно геологическое время в результате существования Полоцкого приледникового водоема и последующей переработки его отложений. Территория заказников имеет большое значение для понимания палеогеографических условий и этапов существования Полоцкого приледникового водоема, реконструкции палеоклимата, ветрового режима и процессов эоловой аккумуляции. Кроме того, его рельеф резко выделяется разнообразием на однородной поверхности Полоцкой низины; 2) в пределах обоих заказников расположены уникальные водные объекты, формирующие ценные экологические системы; 3) данные территории отличаются значительным биоразнообразием и эталонным состоянием популяций хозяйственно значимых, редких и исчезающих видов растений и животных; 4) сочетание вышеуказанных элементов природных комплексов привело к формированию на данной территории как уникальных, так и эталонных, типичных для Северной Беларуси ландшафтных комплексов.

**Заключение.** Для оптимизации охранного режима, комплексной охраны всех компонентов исторически сложившегося биогеоценоза целесообразно объединить территории геологического заказника «Белозерские выдмы» (местного значения) и гидрологического заказника «Глубокое–Большое Островито» (республиканского значения) и реорганизовать их общую площадь в существующих границах в ландшафтный (комплексный) заказник республиканского значения. При этом режим заказника в новом статусе должен обеспечивать, с одной стороны, сохранность уникального природного комплекса, имеющего важное экологическое, научное и культурно-эстетическое значение, а с другой – рациональное, научно обоснованное использование его ресурсов.

**Ключевые слова:** Полоцкий район, особо охраняемая природная территория, геологический заказник местного значения, гидрологический заказник республиканского значения, натурные исследования, охранный режим.

## About the Optimization of the Protection Mode of «Belozerskiye Vydmy» and «Glubokoye–Ostrovito» Reserves

**A.B. Torbenko, I.A. Krasovskaya, S.A. Dorofeyev, I.M. Morozov, A.D. Timoshkova**  
Educational Establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

The uniqueness of relief and water bodies, high levels of landscape diversity and preservation of natural systems, a large number of rare and protected species of plants and animals, which are characteristic of areas of the geological reserve of local importance «Belozerskiye Vydmy» and Republican hydrological reserve «Glubokoye–Bolshoye Ostrovito», make it possible to talk about the possibility of combining them at the same time giving the new Protected Areas (PAs) the status of the landscape reserve of national importance.

The purpose of this work is to consider the feasibility of changing the status and correction the boundaries of the territories of the geological reserve of local importance «Belozerskiye Vydmy» and Republican hydrological reserve «Glubokoye–Bolshoye Ostrovito».

**Material and methods.** As the material the regulations, fund sources of the Belarusian Institute of Geological Sciences, published literature, findings of field observations were taken. Basic methods are: analysis of stock and literature, observation, mapping, comparative benchmarking, inductive and deductive methods of GIS-technology.

**Findings and their discussion.** Analysis of the results of field studies, published and stock materials allows us to conclude that: 1) the territory of reserves «Belozerskiye Vydmy» and «Glubokoye–Bolshoye Ostrovito» is characterized by the unique forms of relief, formed at the same geological time as a result of the existence of Polotsk preglacial reservoir and processing of its deposits. The reserve is of great importance for understanding the paleogeographic conditions and the stage of the Polotsk preglacial reservoir, reconstruction of paleoclimate, wind and accumulation of aeolian processes. Furthermore, its relief stands out by the variety of terrain on a homogeneous surface of the Polotsk Lowland; 2) within both sanctuaries the unique bodies of water are situated and they which form valuable ecological systems; 3) these territories differ in biodiversity and the reference state of populations of economically important, rare and endangered species of plants and animals; 4) a combination of the above mentioned elements of natural systems has led to the formation on this territory both a unique and standard, typical of the North of Belarus landscapes.

**Conclusion.** In order to optimize the protection regime, a multipurpose protection of all the components of historically shaped biogeocoenose, it is advisable to combine the territory of the geological reserve «Belozerskiye Vydmy» (local importance) and hydrological reserve «Glubokoye–Bolshoye Ostrovito» (Republican value) and reorganize there total area within the existing boundaries in the landscape (complex) nature reserve of national importance. In this case the mode of reserve in the new status should ensure, on the one hand, the preservation of the unique natural complex which has a great ecological, scientific, cultural and aesthetic value, and on the other – a rational, science-based using of its resources.

**Key words:** Polotsk district, Protected Areas, geological reserve of local importance, hydrological reserve of national value, field studies, a protective mode.

Осенью 2014 года научным коллективом биологического факультета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» проводились исследования геологических заказников и геологических памятников природы местного значения на территории Полоцкого района Витебской области. Целью проводимых работ являлось натурное обследование существующих геологических заказников и геологических памятников природы местного значения на соответствие их установленным критериям.

В результате полевых и камеральных исследований было обращено внимание на то, что территория геологического заказника местного значения «Белозерские выдмы» в значительной степени перекрывается гидрологическим заказником республиканского значения «Глубокое–Большое Островито». В этом нет противоречия. Однако уникальность рельефа и водных объектов, высокий уровень ландшафтного разнообразия и сохранности естественных природных комплексов, большое количество редких и охраняемых видов растений и животных, характерные для территории двух заказников, позволяют говорить о возможности их объединения с одновременным приданием новой ООПТ статуса ландшафтного заказника республиканского значения.

Цель данной работы – рассмотреть возможность изменения статуса и корректировки границ территорий геологического заказника местного значения «Белозерские выдмы» и гидрологического заказника республиканского значения «Глубокое–Большое Островито».

**Материал и методы.** Основанием для выделения современных особо охраняемых геологических и геоморфологических природных объектов на территории Полоцкого района, в том числе и заказника «Белозерские выдмы», изначально

послужили материалы научно-исследовательского проекта 2000 г. Института геологических наук НАН Беларуси. В соответствии с разработанными рекомендациями объекты были взяты под охрану решением Полоцкого райисполкома № 214 от 23.05.2001 г. Их статус закреплен решением Витебского районного исполнительного комитета № 107 от 18.02.2011 г.

Республиканский гидрологический заказник «Глубокое–Большое Островито» образован в 1979 г. для охраны озер Глубокое и Чербомысло и прилегающих природных комплексов. Современный статус территории подтвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2007 г. № 1833. Заказник объявлен в целях сохранения в естественном состоянии уникальных озерных экологических систем Глубокое–Чербомысло и Большое Островито, дикорастущих растений и диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, а также их мест произрастания и обитания.

Данные для сравнительного анализа современного состояния территорий были собраны в результате экспедиций в сентябре–октябре 2014 г. и работы над публикациями Ф.Ю. Величкевича, В.Ф. Винокурова, А.В. Матвеева, Б.Н. Гурского, И.Э. Павловской и др. [1–5]. Использовались также картографические материалы Дретунского лесхоза, топографические карты масштаба 1:10000–1:500000, космические снимки, интернет. Все материалы систематизированы и оформлены в виде базы данных на основе ГИС платформы MapInfo Professional 10.0, приведенной в отчете «Обследование природных территорий, инвентаризация существующих геологических заказников и геологических памятников природы местного значения в Полоцком районе Витебской области» (2014).

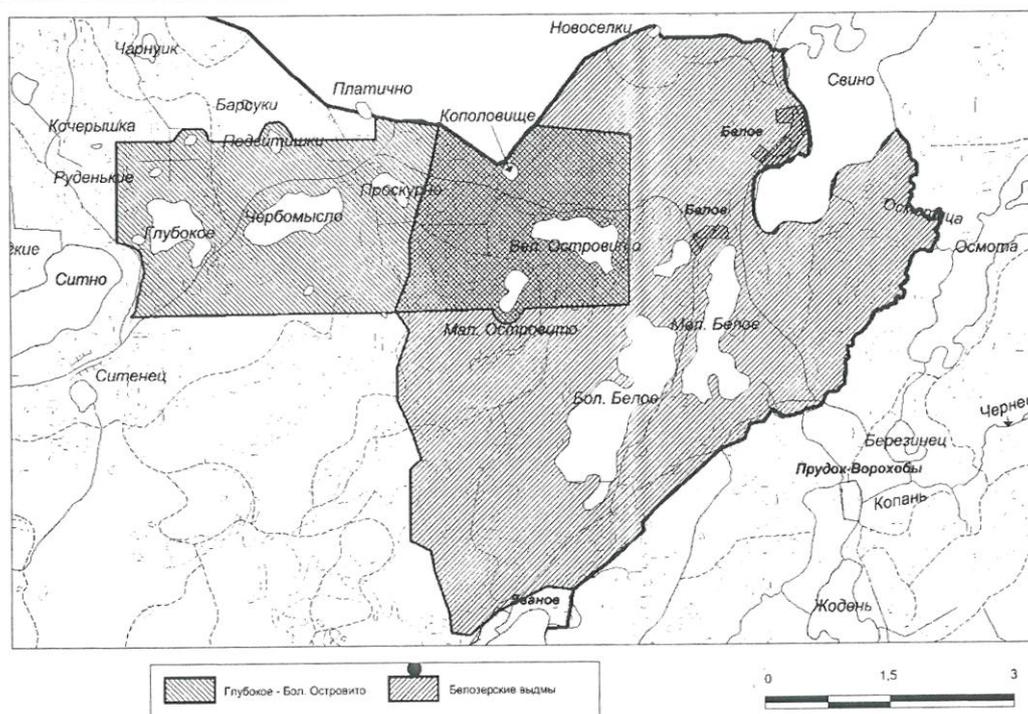


Рис. Положение заказников «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито».

**Результаты и их обсуждение.** Заказники «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито» расположены на крайнем северо-востоке Полоцкого района на границе с Россией и Городокским районом в 50 км к востоку от г. Полоцк, на расстоянии 3–3,5 км к северу и северо-западу от д. Орля (рис.). Заказники размещены на землях Арлейского лесничества государственного лесохозяйственного учреждения «Дретунский лесхоз». Площади «Белозерских выдм» и «Глубокое–Большое Островито» составляют, соответственно, 29,19 км<sup>2</sup> (2919 га) и 13,53 км<sup>2</sup> (1353,38 га), причем общая для двух заказников площадь составляет 5,549 км<sup>2</sup>, или 19 и 41% их территории соответственно. Таким образом, общая площадь охраняемой территории около 37,1 км<sup>2</sup>.

Обобщенная граница ООПТ проходит на севере по границе с Российской Федерацией; на востоке и юге по границе с Городокским районом, а на западе и северо-западе проведена, в основном, по линиям квартальной сетки и выделам Арлейского лесничества. Наибольшая длина всей охраняемой территории составляет около 6,9 км, а ширина – 5,35 км.

Абсолютные отметки поверхности в пределах охраняемых территорий колеблются примерно от 145 м на востоке до 185,6 м между озерами Большое и Малое Белое и Гвоздок. Амплитуда колебаний абсолютных отметок рельефа состав-

ляет более 40 м. Относительная высота самой высокой вершины эоловой гряды над уровнем воды в оз. Малое Белое составляет 35,1 м. По характеру рельефа западная и юго-западная и восточная части территории отличаются от северной и центральной. Для первых характерны более высокие абсолютные отметки (155–179 м), расчлененный рельеф с перепадами высот от 10 до 20 м, местами 25 м, для вторых – понижение гипсометрических уровней до 153–155 м, плоский рельеф с колебаниями относительных высот до 2–3 м, иногда до 7 м.

В соответствии с геоморфологическим районированием Беларуси рассматриваемая территория входит в состав Белорусского Поозерья и расположена на крайнем северо-востоке Полоцкой озерно-ледниковой равнины, на стыке ее с Заборской водно-ледниковой равниной с краевыми моренными образованиями. Пограничное положение территории обусловило уникальное разнообразие распространенных здесь типов и форм рельефа. Объединение территорий заказников позволит в рамках одной ООПТ сохранить практически весь спектр типов и форм рельефа, характерных для озерно-ледниковых равнин севера Беларуси.

Наибольшую значимость и выразительность рельефу территории заказников придают представленные здесь в эталонном виде формы эолового рельефа, наличие которых и послужило ос-

новой причиной учреждения «Белозерских выдм». Это параболические (серповидные) и кольцевые дюны, эоловые гряды и холмы, котловины выдувания (дефляционные котловины), чередующиеся с различными по размерам озерными котловинами.

Параболические дюны (песчаные формы эолового рельефа, которые изогнуты в плане в виде асимметричных серповидных холмов с рогами, повернутыми в наветренную сторону) в заказнике встречаются как отдельными формами, так и в виде дюнных цепей и эоловых гряд. Отдельные дюны достигают длины около 1,3 км и ширины около 0,9 км. Их относительная высота 13–14 м, крутизна склонов – до 30–35° с подветренной стороны и до 15–17° с наветренной. Размеры дюнных цепей: длина – около 1,5 км, ширина – около 0,7 км, относительная высота – 17–18 м, крутизна склонов – до 35–37° (подветренных) и до 15–17° (наветренных). Размеры эоловых гряд: длина – около 1,35 км, ширина – около 0,65 км, относительная высота – 34–35 м, крутизна склонов – до 35–37° (подветренных) и до 15–17° (наветренных).

Эоловые формы рельефа на территории заказников сформировались примерно 13–9 тыс. лет назад в конце поозерского позднеледниковья и в начале голоцена в результате ветровой переработки преимущественно озерно-ледниковых отложений Полоцкого приледникового водоема. После отступления последнего (поозерского) ледника за пределы Беларуси и спуска Полоцкого приледникового озера существовали условия сухого и холодного климата, происходили интенсивное врезание обновленных рек бассейна Западной Двины и понижение уровня грунтовых вод. Это приводило к тому, что песчаные отложения на месте существования Полоцкого приледникового озера, не покрытые растительностью, претерпели сильную переработку в результате деятельности ветров преимущественно западных направлений, следствием которой явилось образование мощного комплекса эоловых форм, сложенных из перевеянного светло-желтого и оранжево-желтого мелкозернистого песка без хорошо выраженной слоистости.

Характерной чертой территории является большое количество (15) различных по размеру озер. Озерность всей охраняемой территории составляет здесь более 10,5%. Большая площадь заказников занята плоской озерно-ледниковой низиной, плосковогнутые понижения которой представляют собой котловины спущенных озер с сохранившимися остаточными озерами Подси-

тишки, Ристунец, Руденькие и др. Особенность таких озер – небольшие размеры (0,02–0,04 км<sup>2</sup>) и незначительные глубины (до 4 м). Котловины озер слабо выражены в рельефе (за исключением оз. Пустое), имеют северо-восточную, иногда северо-западную ориентацию. Для них характерны пологие и заболоченные склоны, округлые очертания (длина 200–300 м, ширина 100–120 м). Более крупные водоемы – Большое и Малое Белое и Большое и Малое Островито, Чербомысло, Глубокое, Гвоздок – значительно глубже (до 11,5 м) и имеют более сложные по строению котловины, которые хорошо выражены в рельефе (табл.). Большинству озер присущи уникальные гидрологические характеристики – очень низкая степень минерализации, повышенная кислотность, высокая (более 5 м) прозрачность.

Территория заказников очень слабо затронута антропогенной деятельностью. Здесь ведутся лесохозяйственные работы, разрешенные с точки зрения охраны рельефа и водных объектов. Водные объекты и прилегающие к ним площади важны для рекреационных целей. Местное население и отдыхающие используют территорию для традиционных промыслов – ловли рыбы, сбора грибов, ягод, охоты. 84,2% площади на охраняемых территориях занимают леса, 10,3% – озера, около 3,5% и 1% соответственно луга и открытые болота, и лишь менее 1% территории – населенные пункты и земли хозяйственного назначения, за исключением лесохозяйственных угодий. В лесах господствуют сосняки (56%), береза (31%), ель (7%) и черная ольха (5%). Надо отметить, что практически четверть лесов относится к 3-й и 4-й возрастным группам. Кроме того, в пределах обоих заказников находится ряд участков с лесами высокой природоохранной ценности (в основном 3-й и 5-й категории).

На территории заказников достоверно установлено произрастание не менее 8 видов включенных в Красную книгу Республики Беларусь и требующих охраны растений. В прибрежной зоне и на песчаном дне в озерах Большое и Малое Островито, Большое и Малое Белое, Глубокое и Чербомысло произрастает охраняемый вид – полужулик озерный (*Isoetes lacustris*). В озерах Кополовище и Малое Островито встречается исчезающий вид из флоры Беларуси – ежеголовник злаковидный (*Sparganium gramineum*). В западинах между холмами на восточном берегу оз. Большое Островито растет баранец обыкновенный (*Huperzia selago*). Южнее оз. Глубокое найдена линнея северная (*Linnaea borealis*).

Таблица

## Характеристика озер заказников «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито»

Название	Площадь, км <sup>2</sup>	Длина береговой линии, км	Глубина, м	Объем, млн м <sup>3</sup>	Длина/ширина, км	Сток
Глубокое	0,3934	3,078	11,5	2,2	1,11/0,8	бессточное
Пустое	0,01616	0,4635	–	–	0,18/0,12	–
Ристунец	0,01663	0,4776	–	–	0,2/0,12	сточное
Руденькие	0,01304	0,4272	–	–	0,2/0,1	–
Подситишки	0,03915	0,7845	–	–	0,3/0,2	сточное
Чербомысло	0,5021	3,149	6,9	1,67	1,32/0,51	бессточное
Проскурно	0,09345	1,487	–	–	0,65/0,2	бессточное
Кополовище	0,03132	0,6362	–	–	0,3/0,22	–
Большое Островито	0,4050	3,028	6	1,5	1,22/0,57	–
Малое Островито	0,1066	1,466	–	–	0,57/0,26	–
Гвоздок	0,1045	1,486	–	–	0,62/0,27	сточное
Малое Белое	0,7635	5,658	11,1	4,22	2,09/0,87	сточное
Большое Белое	1,34	6,484	10,2	8,06	2,65/0,81	–
Новоселки	0,01444	0,4661	–	–	0,18/0,8	сточное
Без названия	0,01208	0,4124	–	–	–	–

На верховых болотах в северной и южной частях оз. Глубокое растет тайник яйцевидный (*Listera ovata*). По склонам холмов в лишайниковых и вересковых сосняках, а также на верховых болотах в северной и южной частях оз. Глубокое и на восточном берегу оз. Малое Островито произрастает довольно редкий вид с уязвимыми экотопами, нуждающийся в профилактической охране, – водяника черная (*Empetrum nigrum*). На восточном берегу оз. Малое Островито, в окружении верхового болота, найден очень редкий, охраняемый реликтовый вид, произрастающий исключительно в пределах Белорусского Поозерья, – береза карликовая (*Betula nana*).

В заказниках достоверно установлено обитание 18 видов животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: чернозобая гагара (*Gavia arctica*), скопа (*Pandion haliaetus*), змеяд (*Circaetus gallicus*), серый журавль (*Grus grus*), чеглок (*Falco subbuteo*), воробьиный сыч (*Glauucidium passerinum*), мохноногий сыч (*Aegolius funereus*), длиннохвостая неясыть (*Strix uralensis*), трехпалый дятел (*Picoides tridactylus*), серый сорокопут (*Lanius excubitor*) и др.

Территория заказника «Глубокое–Большое Островито» имеет высокий международный статус и является «рамсарским угодьем», в связи с чем изучена несколько лучше, чем «Белозерские выдмы». Однако и «Глубокое–Большое Островито», и «Белозерские выдмы» обладают значительно более высоким потенциалом и природо-

охранной ценностью, чем предусмотрено статусом этих охраняемых территорий. «Белозерские выдмы» – не только важный геоморфологический объект. Сочетание геологических, гидрологических, ботанических и зоологических элементов высокой ценности определило формирование на данной территории уникальных и типичных для Северной Беларуси ландшафтов.

Что касается заказника «Глубокое–Большое Островито», то его «ландшафтный характер» фактически признан в постановлении о его объявлении: «в целях сохранения в естественном состоянии уникальных озерных экологических систем ..., дикорастущих растений и диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, а также их мест произрастания и обитания».

Таким образом, для территории заказников «Белозерские выдмы» и «Глубокое–Большое Островито» характерен уникальный комплекс форм рельефа, сформированных в одно геологическое время. Территория имеет большое значение для понимания палеогеографических условий и этапов существования Полоцкого приледникового водоема, реконструкции палеоклимата, ветрового режима и процессов золотой аккумуляции. Рельеф ландшафта резко выделяется разнообразием на однородной поверхности Полоцкой низины. В пределах обоих заказников расположены уникальные водные объекты, формирующие ценные экологические системы. Территории отличаются значительным био-

разнообразием и эталонным состоянием популяций хозяйственно значимых, редких и исчезающих видов растений и животных.

Сочетание вышеуказанных элементов природных комплексов привело к формированию на данной территории как уникальных, так и эталонных, типичных для Северной Беларуси ландшафтных комплексов.

**Заклучение.** Исходя из вышесказанного, для оптимизации охранного режима, комплексной охраны всех компонентов исторически сложившегося биогеоценоза целесообразно объединить территории геологического заказника «Белозерские выдмы» (местного значения) и гидрологического заказника «Глубокое–Большое Островито» (республиканского значения) и реорганизовать их общую площадь в существующих границах в комплексный ландшафтный заказник республиканского значения. При этом режим заказника в новом статусе должен обеспечивать, с одной стороны, сохранность уникального природного комплекса, имеющего важное экологическое, научное и культурно-эстетическое значение, а с другой – рациональное, научно обоснованное использование его ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Величкевич, Ф.Ю. Антропогенные семенные флоры Белоруссии и смежных областей / Ф.Ю. Величкевич. – Минск: Наука и техника, 1973. – 234 с.

2. Величкевич, Ф.Ю. Плейстоценовая флора ледниковых областей Восточно-Европейской равнины / Ф.Ю. Величкевич. – Минск: Наука и техника, 1982. – 208 с.

3. Вінакураў, В.Ф. Геалагічная спадчына Беларусі і праблемы яе стварэння: аб ахове геал. аб’ектаў / В.Ф. Вінакураў, А.А. Галдзянкоў // Літасфера. – 2004. – № 2(21). – С. 28–37.

4. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Минск: Университетское, 1988. – 320 с.

5. Павловская, И.Э. Полоцкий ледниково-озерный бассейн: строение, рельеф, история развития / И.Э. Павловская. – Минск: Наука і тэхніка, 1994. – 128 с.

REFERENCES

1. Velichkevich F.Yu. *Antropogenovye semennye flory Belorussii i smezhnykh oblastey* [Anthropogenic Seed Flora of Belarus and Adjacent Areas], Mn., Nauka i tekhnika, 1973, 234 p.

2. Velichkevich F.Yu. *Pleistocenovaya flora lednikovykh oblastey Vostochno-Evropeyskoy ravniny* [Pleistocene Flora of Glacial Regions of the East European Plain], Mn., Nauka i tekhnika, 1982, 208 p.

3. Vinakurau V.F., Galdzyankou A.A. *Litasfera* [Lithosphere], 2004, № 2(21), pp. 28–37.

4. Matveyev A.V., Gursky B.N., Levitskaya R.I. *Reliyef Belorussii* [The Relief of Belarus], Mn., University, 1988, 320 p.

5. Pavlovskaya I.E. *Polotskiy lednikovo-ozerny bassein: stroenie, reliyef, istoriya razvitiya* [Polotsky Glacial Lake Basin: Structure, Topography, History of Development], Mn., Navuka i tekhnika, 1994, 128 p.

Поступила в редакцию 29.09.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: iakrasovskaya@yandex.ru – Красовская И.А.

УДК 595.782(571)

## Особенности формирования консортивных связей молей-ипономеутид (Lepidoptera, Yponomeutidae)

З.С. Гершензон

Учреждение образования «Институт зоологии имени И.И. Шмальгаузена  
Национальной академии наук Украины»

Моли-ипономеутиды – всемирно распространенная группа микрочешуекрылых-фитофагов, встречающаяся в разных ландшафтах: лесных, степных, горных, в парковых насаждениях и в агроценозах. Некоторые виды могут сильно вредить фруктовым деревьям и древесно-кустарниковым растениям. В этой статье впервые дана подробная характеристика наиболее экономически важных видов молей как компонентов биоценоза.

Цель исследования – анализ особенностей молей-ипономеутид как трофокоинсортов для выяснения взаимоотношения этих фитофагов и природной среды.

**Материал и методы.** Основой работы явились сборы и полевые наблюдения автора на территории юго-восточной Украины в Приазовье (Донецкая область, Украинский государственный заповедник «Хомутовская степь») в 1970–1977 годах. Климатические параметры определялись с использованием климатографического метода. Проценты повреждения листовой поверхности в гнездах гусениц получены путем подсчета контурных площадей. Исследованный материал хранится в Отделе общей и прикладной энтомологии Института зоологии имени И.И. Шмальгаузена Национальной академии наук Украины (Киев).

**Результаты и их обсуждение.** Представители семейства микрочешуекрылых как трофокоинсорты оказывают прямое влияние на продуктивность кормового растения, иногда во время массового размножения гусеницы уничтожают полностью фитомассу. Характеристика молей-ипономеутид как трофокоинсортов приводится впервые.

**Заключение.** В результате проведенного исследования установлено, что формирование видового разнообразия молей-ипономеутид тесно связано с преобразованиями в биоценозах, которые возникают под влиянием многочисленных антропогенных экофакторов. Следовательно, изучение консортивных связей такой повсеместно распространенной группы чешуекрылых, как моли-ипономеутиды, необходимо для защиты агроценозов и природных фитоценозов.

**Ключевые слова:** моли-ипономеутиды, фитофаги, коинсорция, биоценоз.

## Peculiarities of Consortive Connections of Yponomeutid Moths (Lepidoptera, Yponomeutidae)

Z.S. Gershenson

Educational Establishment «Schmalhausen Institute of Zoology, National Academy of Sciences,  
Ukraine»

Yponomeutid moths is a worldwide distributed phytophagous group of Microlepidoptera which occurs in different landscapes such as forests, steppes, mountains, park plantings and agricultural cenoses. Some species often considerably damage fruit trees, arboreal and bushes plants. This article gives for the first time a detailed characteristic of the economically important species as components of biocenoses.

The purpose of the present work is to give an analysis of the yponomeutid moths as trophoconsorts for revealing the interrelations of these phytophages in the natural environmen.

**Material and methods.** The basis of this work were the author's gatherings and field observations in the southern-east area of the Ukraine disposed on the water-side plain near the Azov Sea (Donetsk district, Ukrainian state reservation «Khomutovskaya Steppe») in 1970–1977. Climatic parameters were determined by the climatographic method. Percentage of the damage of the leaf surface in the larval nests is based on the calculation of the contour areas. The studied material is stored in the Department of the General and Applied Entomology of Schmalhausen Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Ukraine (Kiev).

**Findings and their discussion.** The representatives of the examined family of Microlepidoptera as trophoconsorts sometimes exert a direct influence on the productivity of the food plants during their mass larval reproduction, by decreasing the overall amount of the phytomass. The peculiarities of the consortive connections including the detailed characteristics of the yponomeutid moths as trophoconsorts are given for the first time.

**Conclusion.** As a result of the carried out research it can be considered that the formation of species diversity of yponomeutid moths is closely connected with the transformations in biocenosis caused by the numerous anthropogenic ecofactors. Consequently, a decoding of the peculiarities of consortive connections of such a worldwide distributed group as yponomeutid moths is necessary in order to protect agrocnoses and natural phytocenoses.

**Key words:** yponomeutid moths, phytophages, consortium, biocenosis.

В настоящее время среди биологических проблем особое внимание уделяется биоценологическим исследованиям в целях разработки научно обоснованного рационального использования и охраны природных ресурсов. В свете этой задачи большое значение приобретает изучение взаимодействия основных компонентов биоценоза. Функциональными структурными единицами биоценоза являются консорции [1–2], лежащие в основе процесса передачи вещества и энергии по цепям питания и обеспечивающие нормальное функционирование фитоценозов. Неотъемлемым компонентом любого ценоза являются энтомокомплексы. Объект данного исследования – моли-ипономеутиды – всемирно распространенное семейство микрочешуекрылых-фитофагов, обитающих почти на всех континентах за исключением арктических регионов.

Цель статьи – характеристика молей-ипономеутид как трофоконсортов.

**Материал и методы.** Исследования проводились автором на территории центрального филиала Украинского государственного степного заповедника «Хомутовская степь» (Донецкая область, Новоазовский район). В качестве объектов исследования были выбраны следующие виды молей-ипономеутид, имеющие наибольшее хозяйственное значение в природных фитоценозах и агроценозах Восточной Европы: *Yponomeuta malinellus* Zeller, 1838 – горностаевая моль яблонная; *Y. padellus* (Linnaeus, 1758) – горностаевая моль плодовая; *Y. rhamnellus* Gershenson, 1974 – горностаевая моль жостерная; *Y. cagnagellus* (Hübner, 1813) – горностаевая моль бересклетовая; *Y. rorrellus* (Hübner, 1796) – горностаевая моль ивовая; *Paraswammerdamia ornichella* Friese – парасваммердамия бобовниковая.

Учет поврежденной гусеницами фитомассы проводился по методике П.М. Рафеса и др. [3] с дополнительным вычислением площади поврежденных листьев (путем прямых подсчетов контурных площадей). Для изучения микроклиматических показателей в гнездах гусениц использовали срочные, минимальные, максимальные термометры и люксметр Ю-16. Остальные климатические параметры, необходимые для развития преимагинальных фаз и имаго, определяли с помощью климатографического метода [4].

**Результаты и их обсуждение.** Представители исследуемых молей относятся к чешуекрылым-фитофагам, гусеницы которых трофически приурочены преимущественно к древесно-кустарниковой растительности и, следовательно, их можно считать компонентами консорций в качестве консументов (консорты первого порядка).

В свою очередь, эти микрочешуекрылые существуют как звенья в пищевой цепочке других гетеротрофов – паразитических и хищных насекомых, паукообразных, нематод, птиц (консорты второго порядка).

По степени консортивных связей в понимании Л.В. Арнольди и др. [5] исследуемые виды ипономеутид делятся на три группы.

1. Консортивные связи первой степени характерны для гусениц, которые питаются растениями одного вида, то есть являются монофагами (*Yponomeuta rhamnellus* Gersh.).

2. Вторая степень консортивных связей объединяет виды молей, которые приурочены к растениям одного рода (например, *Euonymus*), то есть являются узкими олигофагами [*Yponomeuta cagnagellus* (Hbn.)].

3. Третья степень консортивных связей свидетельствует о том, что гусеницы питаются растениями из разных семейств, являясь полифагами [*Swammerdamia pyrella* (Vill.)].

Среди молей-ипономеутид преобладают виды – олигофаги, которые обеспечивают тесную взаимосвязь консортов второй степени на уровне специфичности продуцента и консумента.

Согласно классификации В.М. Беклемишева [1] в консорциях существуют два вида взаимосвязей: трофическая и фабрическая, которые хорошо прослеживаются у ипономеутид.

**1. Трофическая связь.** По способу питания исследуемые виды молей – фитофаги, гусеницы которых питаются хлорофиллоносными частями растений, образуя группу консортов, активно поедающих часть продуцента. Последний в данном случае представляет пассивную сторону по отношению к трофоконсорту и одновременно является доминантом (*Amygdalus nana*, *Rhamnus cathartica*) по отношению к растительным ассоциациям. Такие консорты, как моли-ипономеутиды, непосредственно влияют на продуктивность кормовых растений гусениц, уменьшая общее количество фитомассы. Если процент поврежденной листовой поверхности у гусениц *Yponomeuta cagnagellus* (Hbn.) в начальных возрастах составлял в среднем 10%, то у взрослых гусениц он увеличивался до 70% в очагах массового размножения [6]. Повреждения, которые причиняют гусеницы ипономеутид растениям в различных фитоценозах, могут быть восстановлены, если гиперфункция хлоропластов будет достаточной для увеличения фоллиации. Однако иногда в случаях массового размножения вредителя растение гибнет вследствие невозможности полноценного фотосинтеза [4; 6]. Кроме того, большое значение имеют такие

абиотические факторы, как климатические показатели конкретного вегетационного периода, влияющие на сезонную динамику развития и численность конкретного вида – фитофага [4].

**2. Фабрическая связь.** Для видов рассматриваемого семейства микрочешуекрылых характерны односторонние и двусторонние фабрические связи. В первом случае эти насекомые используют отмершие растительные остатки (например, листовой опад для зимующей куколки *Paraswammerdamia ornichella* Friese), и тогда фабрическая связь имеет значение только для консумента. Большинство видов участвуют в двусторонних фабрических связях, когда они утилизируют живые зеленые части растений – в почках, минах, во время открытого питания листьями на ветках кормового растения. Такие связи являются позитивными для молей и одновременно негативно действуют на первичную биологическую продуктивность растений. В конкретных фитоассоциациях заметно изменяются микроклиматические процессы. Так, в результате наблюдения за температурой и освещенностью в эпицентре массового размножения *Yponomeuta padellus* (L.) было зафиксировано повышение среднесуточных и максимальных температур вследствие уничтожения листьев фитофагами. Результаты измерения освещения показали, что в гнездах со взрослыми гусеницами моли плодовой оно в 7–10 раз превышает освещенность в неповрежденных местах кустарника [6].

Моли-ипономеутиды адаптированы к определенному биоценолотическому ярусу, наиболее длительная фаза онтогенеза (гусеница) приурочена к фитобию, т.е. проходит на поверхности или внутри хлорофиллоносных частей растения. Иногда в первом–втором возрастах гусеницы питаются в стеблевых и листовых минах, где они защищены от негативного влияния окружающей среды, что считается признаком специализации вида. Окукливается большинство видов также в фитобии; однако у некоторых представителей (*Paraswammerdamia ornichella* Friese) куколка зимует в растительном опаде на поверхности почвы, т.е. в стратобии.

Формирование таксономического разнообразия палеарктических ипономеутид тесно связано с флористическим составом фитоценозов. Такие экофакторы, как климатический и антропогенный, воздействуя на специфику эдафических условий, приводят к сукцессионным изменениям в фитоассоциациях. При этом наблюдаются преобразования среди продуцентов на таксономиче-

ском уровне. Вместе с расширением сельскохозяйственных площадей для монокультур видовое разнообразие микрочешуекрылых нивелируется, а количество гусениц, трофически приуроченных к монокультурам сельскохозяйственного профиля, увеличивается. Упомянутые процессы являются аргументированным подтверждением главного биоценолотического закона [7], который констатирует, что экологически оптимальные биоценозы отличаются многочисленностью видов с небольшим количеством особей и, наоборот, деструктивные биоценозы имеют обедненный видовой состав, представленный большим числом особей.

В процессе окультуривания ландшафтов, в частности с развитием плодоводства, возросла доминантная роль фруктовых деревьев и вместе с тем усилилось значение трофически приуроченных к ним фитофагов семейства Yponomeutidae. В условиях Восточной Европы потенциальные вредители из числа этих микрочешуекрылых имеют оптимальные климатические условия для своего развития, часто трансформируясь в первостепенных вредителей, распространенных в садах и лесопарковых фитоценозах (горностаевые моли яблонная, плодовая, бересклетовая, черемуховая, ивовая).

Таким образом, изучение консортивных связей молей-ипономеутид позволяет определить характерные особенности и место конкретного вида фитофага в составе ведущих консорций, что необходимо для понимания сущности механизма гомеостаза в природе с целью рациональной защиты окружающих фитоценозов.

**Заключение.** В статье впервые рассмотрены особенности формирования консортивных связей для 6 видов молей-ипономеутид, имеющих наибольшее хозяйственное значение как вредители-фитофаги в условиях Восточной Европы. Представлены результаты исследования этих молей как трофокогнортов в соответствии с тремя степенями их консортивных связей согласно трофической приуроченности гусениц: для монофагов (горностаевая моль жостерная), полифагов (сваммердамия грушевая) и олигофагов (горностаевые моли плодовая, яблонная, бересклетовая, ивовая, черемуховая). Впервые подробно охарактеризована специфика трофической и фабрической консортивных взаимосвязей молей-ипономеутид в биоценозе. Установлено, что формирование видового разнообразия рассмотренных микрочешуекрылых-фитофагов адаптировано к флористическому составу фитоценозов,

что согласуется с основным биоценотическим законом.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. Беклемишев, В.Н. О классификации биоценологических связей / В.Н. Беклемишев // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1951. – Т. 36, вып. 5. – С. 3–30.
2. Работнов, Т.А. О консорциях / Т.А. Работнов // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1969. – Т. 74, вып. 4. – С. 109–116.
3. Рафес, П.М. О взаимодействии дерева и листогрызущих насекомых / П.М. Рафес, Ю.М. Гниненко, В.К. Соколов // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1972. – Т. 77, вып. 6. – С. 23–27.
4. Гершензон, З.С. Характеристика сезонной динамики развития ивовой горностаевой моли / З.С. Гершензон // Журн. общей биологии. – 1975. – Т. 36, № 4. – С. 601–607.
5. Арнольди, Л.Б. Опыт исследования консортивных связей степных растений и животных / Л.Б. Арнольди, И.В. Борисова // Бюлл. МОИП, отд. биол. – 1966. – Т. 71, вып. 4. – С. 109–122.
6. Гершензон, З.С. Горностаевые моли в фитоценозах Хомутовской степи / З.С. Гершензон // Почвенно-биологические исследования в Приазовье. – 1972. – М.: Наука. – Вып. 3. – С. 102–103.

7. Thienemann, A. Der See als Lebensinheit / A. Thienemann // Die Naturwissen. – 1925. – Bd. 13, № 27. – S. 589–600.

*REFERENCES*

1. Beklemishev V.N. *Bull. MOIP, otd. biologii* [Newsletter of MOIP Biology Branch], 1951, 36(5), pp. 3–30.
2. Rabotnov T.A. *Bull. MOIP, otd. biologii* [Newsletter of MOIP Biology Branch], 1969, 74(4), pp. 109–116.
3. Rafers P.M., Ghynenko Yu.M., Sokolov V.K. *Bull. MOIP, otd. biologii* [Newsletter of MOIP Biology Branch], 1972, 77(6), pp. 23–27.
4. Gershenson Z.S. *Zhurnal Obshchei Biologii* [Journal of General Biology], 1975, 36(4), pp. 601–607.
5. Arnoldy L.B., Borissova I.V. *Bull. MOIP, otd. biologii* [Newsletter of MOIP Biology Branch], 1966, 71 (4), pp. 109–122.
6. Gershenson Z.S. *Pochvenno-biologicheskiye issledovaniya v Priazoviye* [Soil and Biology Studies in Priazoviye], 1972, M., Nauka, 3, pp. 102–103.
7. Thienemann A. Der See als Lebensinheit / A. Thienemann // Die Naturwissen. – 1925. – Bd. 13, № 27. – S. 589–600.

*Поступила в редакцию 31.08.2015*

*Адрес для корреспонденции:* e-mail: zs.39@mail.ru – Гершензон З.С.

УДК 581.5+911.2+504.54

## Начальные стадии сукцессии на песчаных техноэкотопах в широколиственно-лесном и южнотаежном ландшафтах

А.П. Гусев\*, Д.В. Веселкин\*\*

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

\*\*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Актуальной проблемой являются ландшафтно-экологические и географические исследования сукцессий растительности. Такие исследования необходимы для выяснения зональных особенностей первичных сукцессий в техногенных ландшафтах, поскольку ландшафтное окружение – важный фактор, определяющий траекторию сукцессионных процессов.

Цель статьи – изучение сукцессионных процессов на песчаных субстратах техногенного происхождения в различных природных зонах.

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

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследований выполнен анализ эколого-флористической и эколого-ценотической структуры растительного покрова начальной стадии сукцессии. Начальная стадия характеризуется доминированием терофитов (59,6% – юго-восток Беларуси, 35,7% – Средний Урал). Наиболее активные виды начальной стадии сукцессии: юго-восток Беларуси – *Artemisia vulgaris* L., *Equisetum arvense* L., *Corispermum marschallii* Steven, *Plantago arenaria* Waldst. & Kit., *Conyza canadensis* (L.) Cronqist; Средний Урал – *Hippophae rhamnoides* L., *Salsola kali* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Melilotus albus* Medikus, *Artemisia vulgaris* L.

**Заключение.** Начальные стадии сукцессии на песчаных техногенных субстратах юго-востока Беларуси и Среднего Урала имеют схожие черты: низкое проективное покрытие и видовое богатство, близкий видовой состав пионерных группировок. Выявлены отличия в спектре жизненных форм, в фитосоциологическом составе (обедненность видами класса Chenopodietaea и отсутствие представителей класса Sedo-Scleranthethea), в роли чужеродных видов.

**Ключевые слова:** растительность, сукцессия, песчаный субстрат, начальная стадия, техноэкотоп.

## Initial Stages of Succession on Sand Technoecotopes in the Broad-Leaved Forest and Southern Taiga Landscapes

A.P. Gusev\*, D.V. Veselkin\*\*

\*Educational Establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

\*\*Ural Federal University named after President of Russia B.N. Yeltsin

Landscape-ecological and geographical researches of plant successions are topical issues. Such researches are necessary for finding out zone features of primary successions in technogenic landscapes, as landscape environment is an important factor which determines the trajectory of succession processes.

The purpose of the article was studying succession processes on technogenic sandy substratum in various natural zones.

**Material and methods.** Researches were carried out in the southeast of Belarus and Middle Urals. The research method was geobotanical survey. At processing the materials the method of Braun-Blanquet was used.

**Findings and their discussion.** During the researches the analysis floristic and coenotic structures of the vegetative cover of the initial stage succession is made. The initial stage is characterized by terophyta domination (59,6% – the southeast of Belarus, 35,7% – the Middle Urals). Most active species of the initial stage of succession in the southeast of Belarus are *Artemisia vulgaris* L., *Equisetum arvense* L., *Corispermum marschallii* Steven, *Plantago arenaria* Waldst. & Kit., *Conyza canadensis* (L.) Cronqist; in the Middle Urals they are; *Hippophae rhamnoides* L., *Salsola kali* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Melilotus albus* Medikus, *Artemisia vulgaris* L.

**Conclusion.** Initial stages of succession on sandy technogenic substrates of the southeast of Belarus and the Middle Urals have similar traits: low projective cover and species abundance, similar specific structure of pioneer groups. There are differences in the spectrum of life forms in the phytosociological composition (few species of Chenopodietaea class and absence of representatives of Sedo-Scleranthethea class), in the role of alien species.

**Key words:** vegetation, succession, sand substratum, initial stage, technoecotope.

**И**зучение сукцессионных процессов важно и ландшафтов. Рекультивация, по существу, является манипулированием сукцессиями с целью для рекультивации нарушенных экосистем

получения нужного результата. Восстановительные работы в разных случаях включают иницирование сукцессии, ее ускорение или замедление, то или иное подражание сукцессии. С другой стороны, практика рекультивации позволяет корректировать сукцессионные модели, тестировать теорию сукцессии. Данная теория должна обеспечить выбор наиболее эффективных методов, места и времени рекультивации. По большому счету, восстановительная сукцессия и рекультивация – процессы, направленные на формирование более или менее устойчивой экосистемы [1–2].

Актуальным является изучение первичных сукцессий в техногенных ландшафтах [1; 3]. Такие исследования, как правило, имеют региональный характер, ограничиваются локальным уровнем. Практически отсутствуют ландшафтно-экологические и географические исследования сукцессий, их межзональный и межрегиональный анализ. Тогда как ландшафтное окружение является важным условием, определяющим траекторию сукцессионных процессов [4–5]. Для минимизации влияния локальных факторов необходим отбор сходных техногенных субстратов. Наиболее универсальными являются песчаные субстраты, которые отличаются пониженной влажностью и низким содержанием питательных веществ.

Цель статьи – изучение сукцессионных процессов на песчаных техногенных субстратах в разных природных зонах. Решались следующие задачи: геоботаническая съемка на изучаемых объектах; рассмотрение эколого-флористической и эколого-ценотической структуры растительного покрова на начальной стадии сукцессии; сравнительный анализ пионерной флоры в условиях широколиственно-лесных и южнотаежных ландшафтов.

**Материал и методы.** Исследования проводились на территориях юго-востока Беларуси и Среднего Урала. Для юго-востока Беларуси характерны климатические особенности: средняя температура самого холодного месяца (январь) –  $-7^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура самого теплого месяца (июль) –  $+18,5^{\circ}\text{C}$ ; годовая сумма температур выше  $10^{\circ}$  – около 2500; годовое количество осадков – 630 мм; коэффициент увлажнения – 1,3. По гидротермическим показателям территория относится к суббореальным гумидным (широколиственно-лесным) ландшафтам. Зональные экосистемы – широколиственно-сосновые леса на дерново-подзолистых почвах.

Объекты юго-востока Беларуси представлены: – месторождением строительных песков «Осовцы» (надпойменная терраса реки Сож

на юго-западе города Гомеля, вблизи деревни Осовцы);

– месторождением стекольных песков «Ленино» (вблизи н.п. Круговец-Калинино Добрушского района);

– массивом намывных песков в пойме реки Сож (в черте города Гомеля).

Объект на Среднем Урале – хвостохранилище Березовского месторождения золота. Это месторождение считается одним из крупнейших в России, занимает площадь  $60\text{ км}^2$  и расположено вблизи г. Березовский. Разрабатывается подземным способом. Глубина шахт – до 500 м. Золото-содержащая сульфидная руда поступает на обогатительную фабрику, производительность которой 880 тыс. т переработанной руды в год. Отходы обогатительной фабрики отправляются в хвостохранилище (отходы обогащения – эфилльные пески). Скопления отходов обогатительной фабрики (кварцевые пески серо-белого цвета) получили название «Березовские пески» или просто «Пески». Размеры хвостохранилища –  $1,2 \times 0,6$  км. Мощность песков достигает 10 м. По окраинам песчаного массива в 1970–1980-е гг. проводились экспериментальные рекультивационные работы – высаживание различных пород деревьев и кустарников.

Район исследований согласно физико-географическому районированию относится к Среднеуральской физико-географической области (южнотаежная зона). Средний Урал – это пониженная и сглаженная часть Уральской горной страны. Рельеф низкоротный, увалисто-холмистый и грядово-лощинный. Район г. Березовский характеризуется континентальным климатом: средняя температура самого холодного месяца (январь) –  $-12,6^{\circ}\text{C}$ ; средняя температура самого теплого месяца (июль) –  $+19,4^{\circ}\text{C}$ ; годовая сумма температур выше  $10^{\circ}$  – около 1800; годовое количество осадков – 500–600 мм; коэффициент увлажнения – 1,0. Устойчивый снежный покров образуется в конце октября – начале ноября. Средняя мощность снежного покрова около 1 м. Продолжительность снежного покрова от 170 до 190 суток [6]. Зональные экосистемы – южнотаежные леса на подзолистых почвах. Лесной покров представлен ельниками, сосняками и мелколиственными лесами. Преобладают сосновые леса с участием *Betula pendula* Roth.

Метод исследований – геоботаническая съемка. Проективное покрытие определяли по 5-балльной шкале: (+) – меньше 1%; 1 – менее 5%; 2 – 6–15%; 3 – 16–25%; 4 – 26–50%; 5 – более 50%. Геоботанические описания сводили в фитоценологические таблицы и для каждого вида устанавливали класс

постоянства: I – менее 20%; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100%. При обработке материалов использовался метод Браун-Бланке [7–8]. Названия растений даются по сводке С.К. Черепанова [9].

**Результаты и их обсуждение.** В растительных сообществах начальной стадии сукцессии на песчаных субстратах в условиях юго-востока Беларуси отмечено 52 вида высших растений. «Ядро» представлено наиболее часто встречающимися (наиболее активными) видами – табл. 1. Эти виды имеют постоянство более 40%. 12 видов характеризуются постоянством 20–40% – *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Sisymbrium altissimum* L., *Xanthium albinum* (Widder) N. Scholz, *Trifolium arvense* L., *Artemisia absinthium* L., *Echium vulgare* L. и другие. Относительно большая группа видов (57,7% от общего их числа) имеет постоянство ниже 20%. Видно, что в «ядре» флоры начальной стадии преобладают однолетники, представляющие класс Chenopodietea Br.-Bl. 1952 em. Lohm. J. et R.Tx. 1961 ex Matusz. 1962 по эколого-флористической классификации Браун-Бланке. Среди наиболее активных видов отмечаются чужеродные (североамериканские) виды *Conyza canadensis* (L.) Cronqist и *Oenothera biennis* L.

Наиболее активные виды начальной стадии сукцессии на песках хвостохранилища обогатительной фабрики Березовского месторождения золота приведены в табл. 2. Видно, что с большим отрывом лидирует *Hippophae rhamnoides* L. Это обусловлено высаживанием *Hippophae rhamnoides* L. на склонах песчаного отвала. Со склонов *Hippophae rhamnoides* L. постепенно движется в глубь хвостохранилища, являясь наиболее распространенным растением-пионером. Появление остальных видов из табл. 2 на песчаном субстрате можно считать спонтанным. Видно, что среди наиболее активных видов начальной стадии сукцессии в условиях окружающего таежного ландшафта примерно равномерно представлены все жизненные формы – терофиты, гемитерофиты, геофиты, гемикриптофиты. Нет явного доминирования представителей того или иного класса растительности. Еще одна особенность – низкая величина постоянства. Только 3 вида (т.е. 10,7%) имеют постоянство более 20% – *Hippophae rhamnoides* L., *Salsola kali* L. и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, а 46,4% от всех видов встречены единично. Общими в табл. 1–2 являются только 2 вида *Salsola kali* L. и *Equisetum arvense* L.

Таблица 1

**Наиболее активные виды начальной стадии сукцессии на песчаных техноэкотопах (юго-восток Беларуси)**

Виды	Постоянство, %*	Жизненная форма	Фитосоциологическая группа	Географический элемент
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	51,1	Гемикриптофит	Artemisietea	Евроазиатский
<i>Equisetum arvense</i> L.	48,9	Геофит	Agropyretea	Плурирегionalный, голарктический
<i>Corispermum marschallii</i> Steven	48,9	Терофит	Chenopodietea	Евроазиатский
<i>Plantago arenaria</i> Waldst. & Kit.	46,7	Терофит	Chenopodietea	Европейско-западноазиатский
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronqist	46,7	Терофит	Chenopodietea	Североамериканский
<i>Lepidium ruderales</i> L.	46,7	Терофит	Chenopodietea	Евроазиатский
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Schult.	46,7	Терофит	Chenopodietea	Евроазиатский
<i>Medicago lupulina</i> L.	46,7	Терофит	Molinio-Arrhenatheretea	Евроазиатский
<i>Oenothera biennis</i> L.	44,4	Гемитерофит	Artemisietea	Североамериканский
<i>Salsola kali</i> L.	40,0	Терофит	Chenopodietea	Евроазиатский

**Примечание:** \* – от общего числа пробных площадок.

**Наиболее активные виды начальной стадии сукцессии на песчаных техноэкоотопах (Средний Урал)**

Виды	Постоянство, %	Жизненная форма	Фитосоциологическая группа	Географический элемент
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	77,1	Фанерофит	–	Евроазиатский
<i>Salsola kali</i> L.	51,4	Терофит	Chenopodieta	Евроазиатский
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	34,3	Гемикриптофит	Epilobietea	Евроазиатский
<i>Melilotus albus</i> Medikus	20,0	Гемитерофит	Artemisietea	Европейско-западноазиатский
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	20,0	Гемикриптофит	Artemisietea	Евроазиатский
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	20,0	Геофит	Agropyretea	Евроазиатский
<i>Tussilago farfara</i> L.	20,0	Геофит	Agropyretea	Евроазиатский
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	17,1	Гемикриптофит	Molinio-Arrhenatheretea	Евроазиатский
<i>Chenopodium album</i> L.	14,3	Терофит	Chenopodieta	Плюрирегиональный, голарктический
<i>Equisetum arvense</i> L.	11,4	Геофит	Agropyretea	Плюрирегиональный, голарктический

Сравнительный анализ всей флоры, наблюдаемой на начальной стадии сукцессии на песчаных техноэкоотопах в условиях юго-востока Беларуси и Среднего Урала, показал следующее. Флора песчаных техноэкоотопов на юго-востоке Беларуси представлена 17 семействами. В спектре семейств преобладают *Compositae* (26,9% от всех видов), *Gramineae* (13,5%), *Chenopodioideae* (9,6%), *Fabaceae* (9,6%), *Brassicaceae* (9,6%), *Polygonaceae* (7,7%). Пионерная флора на песках Березовского хвостохранилища представлена 11 семействами. Преобладают *Compositae* (28,6% от всех видов), *Gramineae* (17,9%), *Chenopodioideae* (10,7%), *Fabaceae* (10,7%), *Polygonaceae* (10,7%). Очевидно, что набор наиболее представительных семейств схож.

Рассмотрим различия в спектре жизненных форм – табл. 3. Видно, что в данном спектре флоры начальной стадии сукцессии в условиях юго-востока Беларуси резко преобладают терофиты (59,6%). Фанерофиты практически отсутствуют (деревья и кустарники появляются через 5–10 лет после начала сукцессии). Такой спектр жизненных форм в целом типичен для начальной стадии сукцессии в антропогенных ландшафтах Беларуси [10–11]. Пионерная флора на песках Березовского хвостохранилища характеризуется специфическим спектром жизненных форм, в котором нет выраженного доминирования той или иной формы. Доля терофитов здесь пониже-

на в 1,7 раза. Доли геофитов и фанерофитов повышены – соответственно в 1,8 и 5,6 раза.

Фитосоциологический состав флоры начальной стадии сукцессии на юго-востоке Беларуси характеризуется доминированием видов *Chenopodieta* Br.-Bl. 1952 em. Lohm. J. et R. Tx. 1961 ex Matusz. 1962 (*Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Lainz, *Persicaria scabra* (Moench) Moldenke, *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Setaria pumila* (Poir.) Schult. и другие). Пионерная флора на песках Березовского хвостохранилища также характеризуется преобладанием видов этого класса. Основное отличие: отсутствие здесь таких видов, как *Amaranthus retroflexus* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., *Setaria pumila* (Poir.) Schult., *Plantago arenaria* Waldst. & Kit., *Raphanus raphanistrum* L. В условиях юго-востока Беларуси пионерами на песчаных субстратах часто являются виды класса *Sedo-Scleranthethea* Br.-Bl. 1955 – *Rumex acetosella* L., *Trifolium arvense* L., *Artemisia campestris* L., *Corynephorus canescens* (L.) P. Beauv., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. На песках Березовского хвостохранилища видов класса *Sedo-Scleranthethea* Br.-Bl. 1955 не наблюдалось.

В ряде случаев на песчаных карьерах юго-востока Беларуси можно диагностировать несколько ассоциаций класса *Chenopodieta*.

**Спектр жизненных форм, фитосоциологический и географический состав начальной стадии сукцессии на песчаных техноэкотопах**

Показатель	Юго-восток Беларуси	Средний Урал
Спектр жизненных форм, %		
Терофиты	59,6	35,7
Гемитерофиты	7,7	7,1
Геофиты	9,6	17,8
Гемикриптофиты	21,2	28,6
Фанерофиты	1,9	10,7
Фитосоциологический состав, %		
Chenopodietae	50,0	42,9
Artemisietea+Agropyreteae	21,2	25,0
Epilobietea+Molinio-Arrhenatheretea	9,6	10,7
Sedo-Scleranthetea	11,5	0
Географические элементы, %		
Плюрирегиональный, голарктический	23,1	21,4
Евроазиатский	44,2	53,6
Европейско-западносибирский	5,8	7,1
Европейско-западноазиатский	17,3	10,7
Европейско-юго-западноазиатский	1,9	0
Европейский	1,9	0
Североамериканский	5,8	7,1

Так, например, на карьере месторождения строительных песков «Осовцы» наблюдались две ассоциации союза *Salsolion ruthenicae* Philippi 1971: *Corispermum-Plantaginetum indicae* и *Salsolium ruthenicae* (диагностические виды – *Salsola kali* L., *Corispermum marschallii* Steven, *Plantago arenaria* Waldst. & Kit.). Пионерные группировки на песках Березовского хвостохранилища могут быть привязаны только к синтаксонам высокого уровня – непосредственно к классу *Chenopodietae*.

Схожими являются такие характеристики растительного покрова, как общее проективное покрытие и видовое богатство. Для начальной стадии сукцессии на песчаных субстратах характерно низкое проективное покрытие – первые %. На карьерах юго-востока Беларуси при благоприятных условиях (повышенное увлажнение) на 2–3 годы проективное покрытие увеличивается и может достигать 30–50%. На песках Березовского хвостохранилища проективное покрытие пионерных группировок, как правило, не превышает 1–5%. Для всех объектов характерно низкое видовое богатство растительности – менее 10 видов на 100 м<sup>2</sup>.

Начальная стадия сукцессии на песчаных техноэкотопах Среднего Урала отличается тем, что здесь по сравнению с юго-востоком Беларуси незначительную роль играют чужеродные виды.

Так, в пределах Березовского хвостохранилища единично были отмечены только 2 таких вида – *Hordeum jubatum* L. и *Conyza canadensis* (L.) Cronqist. На объектах юго-востока Беларуси чужеродные виды встречаются достаточно часто и местами могут доминировать – *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Oenothera biennis* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski.

Таким образом, начальные стадии сукцессии на песчаных техногенных субстратах юго-востока Беларуси и Среднего Урала характеризуются схожими чертами: низкое проективное покрытие и видовое богатство, близкий видовой состав пионерных группировок. Относительно близкий состав имеют спектры семейств – преобладают представители *Compositae*, *Gramineae*, *Chenopodioideae*, *Fabaceae*, *Polygonaceae*. В целом схож географический состав – доминируют евроазиатский и плюрирегиональный геоэлементы. Имеют место также и различия. Так, значительно отличается набор наиболее активных видов (табл. 1–2). В спектре жизненных форм флоры начальной стадии сукцессии в условиях юго-востока Беларуси резко преобладают терофиты, а фанерофиты практически отсутствуют. Флора на песках Березовского хвостохранилища характеризуется специфическим спектром жизненных

форм, в котором нет выраженного доминирования той или иной формы. Доля терофитов здесь понижена в 1,7 раза, доли геофитов и фанерофитов повышены – соответственно в 1,8 и 5,6 раза. Выявлены отличия в фитосоциологическом составе: обедненность видами класса Chenopodietea и отсутствие представителей класса Sedo-Scleranthethea. На песчаных техноэкотопах Среднего Урала чужеродные виды играют незначительную роль. В условиях юго-востока Беларуси чужеродные виды встречаются достаточно часто и местами могут доминировать.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке БРФФИ в рамках научного проекта № Б14Р-205.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Walker, L.R. Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats / L.R. Walker, R. del Moral // Applied Vegetation Science. – 2008. – Vol. 12. – P. 55–67.
- Чибрик, Т.С. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 286 с.
- Гусев, А.П. Первичная сукцессия на отвалах фосфогипса (Гомельский химический завод, Белоруссия) / А.П. Гусев // Экология. – 2006. – № 3. – С. 232–235.
- Gusev, A.P. Features of Plant Succession in Landscapes Disturbed by Anthropogenic Activity (by Example of Southeastern Belarus) / A.P. Gusev // Contemporary Problems of Ecology. – 2012. – Vol. 5. – № 2. – P. 174–178.
- Rehounkova, K. Spontaneous vegetation succession in disused gravel-sand pits: Role of local site and landscape factors / K. Rehounkova, K. Prach // Journal of Vegetation Science. – 2006. – Vol. 17. – P. 583–590.
- Шакиров, А.В. Физико-географическое районирование Урала / А.В. Шакиров. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 630 с.
- Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 S.
- Миркин, Б.М. Современная наука о растительности: учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломещ. – М.: Логос, 2002. – 264 с.
- Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
- Гусев, А.П. Особенности начальных стадий восстановительной сукцессии в антропогенном ландшафте (на примере юго-востока Белоруссии) / А.П. Гусев // Экология. – 2009. – № 3. – С. 174–179.
- Гусев, А.П. Особенности сукцессии растительности на склонах карьера строительных песков (месторождение песков «Осовцы», Гомель) / А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская, Д.В. Веселкин // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2014. – № 6. – С. 21–26.

#### REFERENCES

- Walker L.R. del Moral R. Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats // Applied Vegetation Science, 2008, Vol. 12, pp. 55–67.
- Chibric T.S., Lukina E.I., Filimonova M.A., Glazyrina N.V. *Ekologicheskie osnovy i opyt biologicheskoi rekultivatsii narushennykh promyshlennostyu zemel* [Ecological bases of experience and biological recultivation of industry disturbed land], Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2011. – 286 p.
- Gusev A.P. *Ekologiya* [Ecology], 2006, 3, pp. 232–235.
- Gusev A.P. Contemporary Problems of Ecology, 2012, 5 (2), pp. 174–178.
- Rehounkova K., Prach K. Journal of Vegetation Science, 2006, 17, pp. 583–590.
- Shakirov A.V. *Fiziko-geograficheskoe rayonirovaniye Urala* [Physical and Geographic Zoning of the Ural Region], Yekaterinburg, UB RAS, 2011, 630 p.
- Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer-Verlag, 1964. – 865 S.
- Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomesh A.I. *Sovremennaya nauka o rastitelnosti: Uchebnik* [Modern Science of Vegetation. Manual], M., Logos, 2002, 264 p.
- Cherepanov S.K. *Sosudistiye rasteniya Rossii i sopredelnikh gosudarstv (v predelakh bivshego SSSR)* [Vessel Plants of Russia and Borderline Countries (within the Former USSR), SPb., Mir i semya, 1995, 992 p.
- Gusev A.P. *Ekologiya* [Ecology], 2009, 3, pp. 174–179.
- Gusev A.P., Shpileuskaya N.S., Veselkin D.V. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo universiteta* [Newsletter of Vitebsk State University], 2014, 6, pp. 21–26.

Поступила в редакцию 10.09.2015

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

УДК 543.544.5:613.842

## Методика определения бенз(а)пирена в аэрозоле сигаретного дыма методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

**В.П. Быстряков, Р.В. Авраменко**

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

*Статья посвящена определению наиболее типичного химического канцерогена окружающей среды бенз(а)пирена (БАП) в аэрозоле табачного дыма.*

*Цель исследования: разработка методики определения БАП в аэрозоле табачного дыма сигарет с более простой техникой пробоотбора аэрозоля – без использования курительной машины.*

**Материал и методы.** *Объект исследования – сигареты «Астра» производства Гродненской табачной фабрики (ГТФ, Республика Беларусь).*

*Использовался высокоэффективный жидкостный хроматограф Alliance Waters 2695 (США) с флуоресцентным детектором Alliance Waters 2475 (режим: длина волны возбуждения 300 нм, эмиссионный фильтр 418 нм). Компьютерную обработку результатов проводили с помощью программного обеспечения Alliance. Применялась хроматографическая микролонка 150 мм, заполненная обращенно-фазовым сорбентом Hypersil ODS C18, зернение 3 мкм. Колонку снабжали предколонкой, заполненной таким же сорбентом. Элюент – раствор ацетонитрил:вода (4:1).*

**Результаты и их обсуждение.** *Показано, что извлечение БАП из аэрозоля дыма сигарет с помощью водной экстракции неэффективно – приводит к занижению результатов определения БАП на два порядка. Для устранения помех при хроматографировании, связанных с высоким содержанием смол и других балластных и интерферирующих веществ в сигаретном дыме, в методику добавлена процедура очистки экстракта колоночной хроматографией с «сефадексом». Методика апробирована на сигаретах «Астра» (ГТФ). Ее достоверность подтверждена контрольным опытом, а также анализом «пробы с добавкой». Воспроизводимость результатов составляет от 0,2 до 3,5%.*

**Заключение.** *Разработана методика определения БАП в аэрозоле табачного дыма сигарет методом ВЭЖХ с более простой техникой пробоотбора аэрозоля. Предложено аспирацию дыма проводить через двойной фильтр АФА-ВП (ХП)-20.*

**Ключевые слова:** *бенз(а)пирен (БАП), канцерогенность, табачный дым, пробоотбор, определение, ВЭЖХ.*

## Identification Methods of Benzo(a)Pyrene in Aerosole of Cigarette Smoke by High Resolution Liquid Chromatography

**V.P. Bystriakov, R.V. Avramenko**

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

*The article centers round identification of a most typical chemical cancerogene of the environment Benzo(a)Pyrene (BAP) in tobacco smoke aerosole.*

*The purpose of the article is development of BAP identification method in aerosole of tobacco smoke of cigarettes with a simpler technique of aerosole sample taking – without using a smoking machine.*

**Material and methods.** *The object of the research is GTP Astra cigarettes, Republic of Belarus.*

*High resolution liquid chromatograph Alliance Waters 2695 (USA); fluorescent detector Alliance Waters 2475 (mode: disturbance wave length 300 nm, emission filter 418 nm) were used. Computer processing of the results was conducted with Alliance software. Chromatography 150 mm microcolumn was used filled with reverse fase sorbent Hypersil ODS C18 3 mcm grained. The column was supplied with precolumn filled with the same sorbent Eluent – acetone:water (4:1) solution.*

**Findings and their discussion.** *It is shown that BAP extraction from cigarette smoke aerosole with water extraction is not efficient; it results in two order reducing the results of BAP detection. To eliminate infringements while chromatography connected with high content of tar and other ballast and interfering substances in cigarette smoke, the procedure of purification of the extract with column chromatography with «sefadex» was introduced to the method. The method was tested on GTP Astra cigarettes. Reliability of the developed method is confirmed by the control experiment as well as by «sample with addition» analysis. Repetition of the results is 0,2 to 3,5%.*

**Conclusion.** *BAP detection method in tobacco smoke aerosole by the method of HRLC with a simpler technique of aerosole sample taking is developed. It is offered by smoke aspiration trough double filter AFA-VP-20.*

**Key words:** *Benzo(a)Pyrene, BAP, cancerogene, tobacco smoke, sample taking, detection, HRLC.*

Различают два изомера бензпирена: (а) 1,2- (или 3,4-) бензпирен и менее распространенный (е) 4,5-бензпирен. Бенз(а)пирен (БАП) – органическое твердое, но довольно летучее вещество, его пары могут разноситься на значительные расстояния. Он наиболее распространен и канцерогенен среди других известных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), поэтому рассматривается как типичный химический канцероген окружающей среды. Помимо канцерогенного, БАП оказывает мутагенное, эмбриотоксическое, гепатотоксическое действие. По этой причине БАП относится к 1 классу опасности (чрезвычайно опасное вещество). Канцерогенность бенз(е)пирена незначительна [1]. Мониторинг содержания БАП используется для оценки содержания и степени канцерогенного эффекта всех возможных присутствующих ПАУ [2–3].

БАП является продуктом неполного сгорания органических соединений. Сжигание практически всех горючих материалов приводит к его образованию. Количество образующегося при этом БАП мало зависит от полноты сгорания топлива; условиями его образования являются высокие температуры и наличие органического вещества. Образование БАП может происходить и без процессов горения – при пиролизе, тлении, полимеризации. В атмосфере БАП преимущественно адсорбирован на взвешенных частицах и содержится в саже, дыме и смолистых веществах, образующихся при горении. Основными источниками БАП, попадающего в организм человека, являются окружающий воздух, табачный дым, сжигание древесины, угля или других биомасс, автомобильный транспорт, асфальт, каменноугольные смолы.

Преимущественный путь поступления БАП в организм человека – ингаляционный. Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) БАП в воздухе населенных мест составляет  $0,001 \text{ мкг/м}^3$ , ПДК в воздухе рабочей зоны –  $0,15 \text{ мкг/м}^3$  [4]. В пищевом сырье, полученном из экологически чистых растений, концентрация БАП составляет  $0,03\text{--}1 \text{ мкг/кг}$ . С пищей взрослый человек получает БАП в количестве  $0,0006 \text{ мг/год}$ . При этом его содержание в продуктах питания колеблется в зависимости от способа их технологической и кулинарной обработки и степени загрязнения окружающей среды. Термическая обработка приводит к увеличению содержания БАП до  $50 \text{ мкг/кг}$  и более. В интенсивно загрязненных районах эта доза увеличивается в 5 раз и более [5].

БАП – обязательный компонент табачного дыма. Одна сигарета является источником при-

мерно  $0,05\text{--}0,09 \text{ мкг}$  БАП [6]. Для стран с удовлетворительным состоянием окружающей среды именно канцерогенные соединения, образующиеся при курении табака, а также содержащиеся в крепких алкогольных напитках, а именно ПАУ, нитрозамины и ацетальдегид, считаются основной причиной рака пищевода [7].

Для определения БАП используют высокочувствительные методы хроматографии или хромато-масс-спектрометрии. Опубликовано много работ, посвященных анализу БАП в воздухе рабочей зоны, городов, жилых помещений, в воде, пищевых продуктах. Так, метод капиллярной газовой хроматографии/масс-спектрометрии применен для определения БАП в диапазоне концентраций  $5,1\text{--}20,2 \text{ нг/м}^3$  в воздухе как внутри, так и снаружи жилых помещений [7]. Различные методики с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием позволили обнаруживать до  $10 \text{ нг}$  БАП/в пробе воздуха алюминиевого производства [2]; до  $0,72 \text{ нг/м}^3$  в воздухе внутри и снаружи жилых помещений [3]. В Республике Беларусь и Российской Федерации разработаны методические указания по измерению концентраций БАП и других ПАУ в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием [8–9].

В подобных методиках важны стадии пробоотбора и пробоподготовки, поскольку от качественного проведения именно этих стадий во многом зависят чувствительность и точность определения. Методики определения БАП и других ПАУ в атмосферном воздухе населенных пунктов и воздухе рабочей зоны с низким содержанием смолистых веществ в основном схожи процедурами пробоотбора и пробоподготовки, которые сравнительно более просты в исполнении. Методика МУК 4.1.1273-03, например, основана на улавливании БАП на аэрозольный фильтр, извлечении его гексаном, концентрировании экстракта выпариванием [9]. В случае большого содержания смолистых веществ (например, рудничная атмосфера) требуется применение дополнительных процедур, например, колоночной или тонкослойной хроматографии (ТСХ) для очистки пробы. Так, в методике МУ № 84 после концентрирования ПАУ на фильтре предусмотрена очистка проб методом ТСХ. Определение БАП и других ПАУ по этой методике осуществляется методом ВЭЖХ с флуоресцентным или УФ-детектором [8].

Методики определения БАП и других ПАУ в аэрозоле табачного дыма, описанные в зарубежной

литературе, предусматривают для пробоподготовки жидкостную или твердофазную экстракцию. Определение проводится, как правило, с использованием сочетания хроматографического разделения (ВЭЖХ или газовой хроматографии) и масс-спектрометрического детектирования. Пробоотбор осуществляется обычно с использованием специального дополнительного оборудования – курительной машины [9]. Эти машины в Республике Беларусь не производятся. Методика определения БАП в аэрозоле табачного дыма отсутствует в Национальном реестре ТНПА; методики определения в этом объекте методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием не обнаружены нами и в научных публикациях.

Цель статьи: разработка методики определения БАП в аэрозоле табачного дыма сигарет с более простой техникой пробоотбора аэрозоля – без использования курительной машины, с последующими стадиями извлечения из этого аэрозоля БАП жидкостной экстракцией, концентрирования и определения БАП методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием.

**Материал и методы.** Объект исследования – сигареты «Астра» производства Гродненской табачной фабрики (ГТФ, Республика Беларусь), приобретенные в розничной сети.

Система ВЭЖХ: жидкостный хроматограф Alliance Waters 2695 (США); детектор флуоресцентный Alliance Waters 2475; программное обеспечение Alliance. Использовалась хроматографическая микроколонка длиной 150 мм, заполненная обращенно-фазовым сорбентом Hypersil ODS C18, зернение сорбента 3 мкм. В условиях выполнения анализа эта колонка должна иметь эффективность не менее 5000 теоретических тарелок по пику бенз(а)пирена. Нижняя граница определяемого содержания БАП в растворе (при соотношении сигнал/шум = 3) для применяемой системы должна быть не более 0,002 мкг/см<sup>3</sup>. Колонку снабжали предколонкой, заполненной таким же сорбентом.

Оборудование: микрошприц 50 мкл; отационно-вакуумный испаритель ИКА RV 10 с водяной баней; вакуумный насос; весы лабораторные общего назначения (ГОСТ 24104); электроаспиратор с устройством измерения расхода ОП-442 ТЦ, обеспечивающий расход воздуха 0,2–20 л/мин (ТУ 9443-026-31988614-99); поглотитель Полежаева (ГОСТ 25336-82); установка ультразвуковая WUC-A03H DAIHAN Scientific (Южная Корея); ротационно-вакуумный испаритель ИКА RV 10 с водяной баней (Германия); таймер; фильтродержатель (аллонж закрытый)

ИРА-20 ТУ 95.72.05-77; термометр лабораторный (ГОСТ 28498).

Посуда: колбы мерные 2-го класса точности вместимостью 25, 50, 100 куб. см (ГОСТ 1770); пипетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 1, 2, 5 и 10 куб. см (ГОСТ 29227); цилиндры мерные вместимостью 50, 100 и 200 куб. см (ГОСТ 1770); колбы круглодонные или грушевидные для перегонки вместимостью 50, 100 куб. см НШ 29; колбы плоскодонные вместимостью 100 и 250 куб. см с пришлифованной пробкой (П-1-100(250)-29/32); стаканы химические вместимостью 100 куб. см; колбы выпарительные; пробирки стеклянные с притертыми пробками вместимостью 10 и 15 куб. см П4-5(10)-14/23 ХС (ГОСТ 25336); колонка хроматографическая стеклянная с пришлифованной пробкой (внутренний диаметр не менее 14 мм, длина 20 см). Посуду для приготовления и хранения элюента моют только серной кислотой (без применения других моющих средств) и ополаскивают дистиллированной водой и ацетонитрилом. Остальную стеклянную посуду моют горячей водой с моющим средством, тщательно ополаскивают дистиллированной водой и сушат 15–30 мин при температуре 120°C. Охладив, промывают ацетоном и хранят в укупоренном виде.

Реактивы и материалы: ацетонитрил для жидкостной хроматографии о.с.ч., «Криохром»; вода дистиллированная (ГОСТ 6709); гексан, х.ч. (ТУ 6-09-3375-78); серная кислота, х.ч. (ГОСТ 6398); сефадекс LH-20 (Pharmacia, Швеция); фильтры АФА-ВП (ХП)-20.

Стандартный образец бенз(а)пирена ГСО 7515.

Стандартный раствор бенз(а)пирена в ацетонитриле массовой концентрации 100 мкг/см<sup>3</sup>. Раствор хранят в холодильнике не более трех месяцев.

Рабочие растворы бенз(а)пирена массовой концентрации 1; 0,1; 0,05; 0,01; 0,005; 0,002 мкг/см<sup>3</sup> (срок хранения в холодильнике от 1 года до 1 недели в зависимости от концентрации).

Раствор бенз(а)пирена в гексане 0,05 мкг/см<sup>3</sup> для пробного элюирования. Отбирают 1 см<sup>3</sup> раствора бенз(а)пирена в ацетонитриле концентрации 0,05 мкг/см<sup>3</sup>, удаляют растворитель упариванием при температуре 40–45°C в вакууме водоструйного насоса, растворяют сухой остаток в 1 см<sup>3</sup> гексана. Используют свежеприготовленный раствор.

В известных методиках определения БАП в различных объектах методом ВЭЖХ в качестве элюента иногда применяют чистый гексан, но в

основном используется смесь ацетонитрил:вода в соотношении 4:1, которая является оптимальным элюентом для применяемой аналитической колонки ODS C18 с обращенной фазой. Этот элюент применялся и в нашей работе. Для быстрой дегазации готовой смеси проводят вакуумирование емкости с элюентом, подключая ее к водоструйному насосу либо поместив на ультразвуковую баню. Срок хранения элюента в условиях, исключающих испарение компонентов смеси, не ограничен.

Для разработки методики пробоотбора аэрозоля сигаретного дыма и последующей экстракции БАП было проведено экспериментальное сравнение двух возможных методик, различающихся принципом пробоотбора и техникой проведения экстракции.

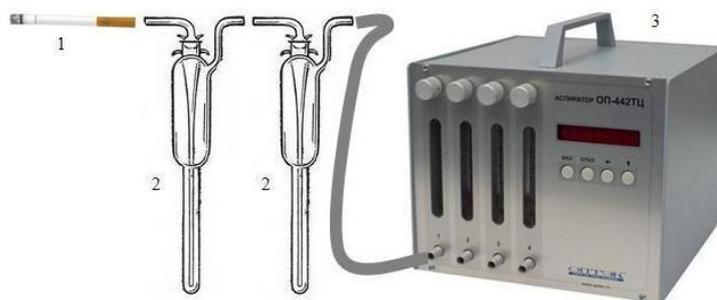
Методика 1. Принцип пробоотбора – аспирация дыма через два последовательно соединенных поглотителя Полежаева, заполненных дистиллированной водой (установка № 1 – рис. 1).

Методика 2. Принцип пробоотбора – аспирация дыма через аллонжи с двойным фильтром АФА-ВП (ХП)-20. Подобная техника пробоотбо-

ра ранее была предложена для определения БАП в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны (МУК 4.1.1273-03) [10]. Схема установки № 2 для аспирации дыма (прокуривания) представлена на рис. 2.

В обеих методиках с помощью электроасpirатора ОП-442 ТЦ прокуривались поочередно две сигареты со скоростью 0,2 л/мин, время прокуривания по 2,5 мин на сигарету.

По методике 1: по окончании прокуривания вода из поглотителей сливалась в делительную воронку. БАП трижды экстрагировался из водной фазы гексаном порциями по 30 см<sup>3</sup>, гексановые фракции объединялись. Далее гексан отгонялся ротационным испарителем, сухой остаток растворяли в 1 см<sup>3</sup> ацетонитрила, 10 мкл экстракта переносилось автосамплером в приемный порт жидкостного хроматографа. Анализируемые растворы хроматографировали дважды в одинаковых условиях. Режим хроматографирования соответствовал методике определения БАП в пищевых продуктах согласно СТБ ГОСТ Р 51650-2001 [11].



1 – сигарета; 2 – последовательно подключенные поглотители, заполненные водой; 3 – электроасpirатор.

Рис. 1. Установка № 1 для водного извлечения бенз(а)пирена из аэрозоля дыма сигарет.



1 – сигарета; 2 – последовательно подключенные аллонжи с закрепленными в них фильтрами АФА-ВП; 3 – электроасpirатор.

Рис. 2. Установка № 2 для воздушного извлечения бенз(а)пирена из аэрозоля дыма сигарет.

По методике 2: фильтры после прокуривания помещались в колбу, трижды заливались 30–50 см<sup>3</sup> гексана с последующей экстракцией в течение 20 мин на ультразвуковой бане при комнатной температуре. Дальнейшие стадии обработки объединенного экстракта были подобны стадиям методики 1. Режим хроматографирования соответствовал МУ № 84 [8].

**Результаты и их обсуждение.** *Оптимизация режимов работы хроматографа.* При изменении длины волны возбуждения в интервале от 254 нм до 300 нм длина волны регистрации изменяется от 390 до 450 нм. В результате сканирования волн регистрации оптимальной длиной волны регистрации стала 418 нм. Режим работы флуориметрического детектора: длина волны возбуждения 300 нм, эмиссионный фильтр 418 нм.

Было проведено несколько экспериментов, в которых менялись скорость потока и температура термостата колонки для наилучшего выделения БАП и обеспечения несмешивания сигналов БАП и других компонентов смеси. Наиболее выгодным оказался изократический режим: скорость потока 1,2 см<sup>3</sup>/мин, температура термостата колонки 35±1С°. При этом режиме время выхода пика бенз(а)пирена составляла 8,4–8,8 мин. Чувствительность усилителя: 10. Время анализа: 12 мин.

*Результаты анализов.* При использовании методики 1 в аэрозоле дыма сигарет «Астра» зарегистрировано содержание БАП 0,0012 мкг/см<sup>3</sup>. При применении методики 2 получен результат на два порядка выше – 0,1330 мкг/см<sup>3</sup>. Таким образом, извлечение БАП из аэрозоля дыма сигарет с помощью водной экстракции, которая использовалась в методике 1, неэффективно.

Что касается методики 2, то в процессе ее апробации выяснились проблемы на стадиях хроматографирования и детектирования: недопустимое повышение давления в рампе хроматографа более 400 атм., «шумный» сигнал детектора. В результате при применении методики 2 фильтра, а также аналитическая колонка быстро выходят из строя. Данные проблемы можно объяснить высоким содержанием смол и других балластных и интерферирующих веществ в дыме данной марки сигарет.

Устранить эти проблемы может дополнительная очистка экстракта. В стандартных методиках анализа загрязненного воздуха она осуществляется, например, методом ТСХ [8]. Но это сравнительно трудоемкий процесс. Преимущества имеет процедура очистки, предусмотренная в мето-

дике определения БАП в пищевых продуктах, – колоночной хроматографией на колонке с «сефадексом» [11]. Стадия очистки экстракта с помощью колонки с «сефадексом» была добавлена в методику 2 (далее просто «методика»).

*Проведение экстракции.* Экспонированные фильтры помещают в колбу с притертой пробкой вместимостью 0,5 дм<sup>3</sup>. В колбу заливают 30–50 см<sup>3</sup> н-гексана и в течение 20 мин проводят экстракцию с помощью ультразвуковой бани при комнатной температуре. Экстракт сливают в мерный цилиндр. В колбу снова заливают 30 см<sup>3</sup> н-гексана и экстрагируют в ультразвуковой бане 20 минут. Для контроля полноты извлечения фильтр оставляют в третьей порции н-гексана на ночь в вытяжном шкафу. В среднем на экстракцию расходуют 100–150 см<sup>3</sup> н-гексана. Гексановый экстракт переносят в выпарительную колбу, растворитель упаривают досуха, добавляют 1 см<sup>3</sup> этанола. Аналогично для каждой партии фильтров из неэкспонированных фильтров готовят нулевую пробу.

В стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup> отвешивают (2,5±0,2) г сефадекса LH-20, добавляют 20 см<sup>3</sup> этилового спирта и оставляют для набухания на 3–4 ч. Затем гель переносят, смывая небольшим количеством спирта, в стеклянную хроматографическую колонку, дают растворителю стечь таким образом, чтобы слой спирта над слоем сорбента оставался не ниже 2 мм. На подготовленную колонку наносят пипеткой остаток экстракта из колбы, трижды смывая его из колбы этиловым спиртом порциями по 0,5 см<sup>3</sup>. Элюирование из колонки ПАУ, в том числе БАП, проводят 40 см<sup>3</sup> этилового спирта, первую фракцию объемом 12 см<sup>3</sup> отбрасывают, собирают вторую фракцию объемом 25 см<sup>3</sup>. Скорость элюирования растворителя 0,5 см<sup>3</sup>/мин обеспечивают, создавая небольшое избыточное давление потоком сжатого воздуха через насадку, соединенную с воздуховодкой или газовым баллоном. Газ следует подавать через стеклянную трубку, заполненную силикагелем. Колонку с сефадексом LH-20 можно использовать многократно. Для этого, не допуская высыхания сорбента после фракционирования, колонку промывают 25 см<sup>3</sup> этилового спирта и наносят следующую пробу.

Раствор второй фракции переносят в грушевидную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, растворитель упаривают до объема 0,5–1,0 см<sup>3</sup>, его остаток удаляют в потоке воздуха, добавляют 1 см<sup>3</sup> ацетонитрила. После этого 10 мкл раствора отбирается с помощью микрошприца и вводится в инжектор жидкостного хроматографа.

Сравнение результатов анализа различных проб

Тип пробы	Содержание бенз(а)пирена (мкг/проба)
контроль	0,000
аэрозоль дыма сигареты «Астра»	0,029
контрольная проба с добавкой: ацетонитрил 90% + 10% рабочего раствора БАП концентрации 1 мкг/см <sup>3</sup>	0,094
экстракт дыма сигарет «Астра» 90% + 10% рабочего раствора БАП концентрации 1 мкг/см <sup>3</sup>	0,121

*Градуировка хроматографической системы.* Градуировка системы проводится путем регистрации хроматограммы раствора бенз(а)пирена с концентрацией 0,1; 0,05; 0,01; 0,005; 0,002 мкг/см<sup>3</sup>. Регистрируют не менее двух хроматограмм для каждой концентрации, измеряют высоту пика бенз(а)пирена и находят среднее арифметическое параллельных концентраций.

Различие между измеренными величинами времен удерживания должно быть не более 5% от их среднего значения.

*Проведение хроматографических измерений.* Регистрируют хроматограммы концентратов (каждого не менее двух раз) в тех же условиях, при которых была проведена градуировка системы. Обнаружение БАП в пробе проводят по совпадению времени удерживания определяемого пика со временем удерживания пика БАП в концентрате градуировочного раствора. Если БАП в пробе обнаружен, то измеряют высоту (площадь) полученного пика для каждого из двух измерений и проверяют их сходимость.

*Обработка результатов измерений.* За результат измерения высоты (площади) пика БАП принимают среднее арифметическое значение не менее двух измерений. Массовую концентрацию БАП в концентрате (или в разбавленном концентрате) определяют по градуировочному графику по значению площади пика БАП. Содержание БАП в одной сигарете в анализируемой пробе X, мкг/сиг. вычисляют по формуле:

$$X = P (V_k / 0,010)Q,$$

где P – площадь пика БАП, mVc, усл. ед.; V<sub>k</sub> – объем элюата пробы, мкл; 0,010 – объем введенного элюата, мл; Q – коэффициент разбавления.

Воспроизводимость результатов составляет от 0,2 до 3,5%.

Контрольный опыт проводили, осуществляя все стадии анализа согласно разработанной ме-

тодике, но без сигарет – с чистыми фильтрами – контрольная проба.

Для подтверждения правильности идентификации пиков в случае сложных проб можно выполнить «пробу с добавкой». В данном случае использовали добавку раствора БАП к концентрату пробы. О достоверности идентификации можно судить по увеличению высоты (площади) предполагаемого пика БАП. Величина добавки должна составлять 50–150% от найденного содержания БАП в концентрате пробы, кроме того, необходимо учитывать разбавление концентрата при введении добавки и для его снижения использовать более концентрированные растворы. Использовался рабочий раствор БАП концентрации 1 мкг/см<sup>3</sup>. Условия анализа были идентичны вышеописанным. Результаты анализов, представленные в табл., подтверждают правильность идентификации пика БАП.

**Заключение.** Для определения БАП в аэрозоле сигаретного дыма разработана более простая методика – без использования курительной машины. Показано, что извлечение БАП из аэрозоля дыма сигарет с помощью водной экстракции неэффективно – приводит к занижению результатов определения БАП на два порядка. Рекомендуются техника простого пробоотбора – аспирация дыма через двойной фильтр АФА-ВП (ХП)-20. Последующие стадии: извлечение БАП жидкостной экстракцией, концентрирование и определение БАП методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием.

Для устранения помех при хроматографировании, связанных с высоким содержанием смол и других балластных и интерферирующих веществ в сигаретном дыме, в методику добавлена процедура очистки экстракта колоночной хроматографией с «сефадексом». Методика апробирована на сигаретах «Астра» (ГТФ). Ее достоверность подтверждена контрольным опытом, а также анали-

зом «пробы с добавкой». Воспроизводимость результатов составляет от 0,2 до 3,5%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куценко, С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – М.: Фолиант, 2004. – 570 с.
2. Sanderson, E.G. Use of Benzo[a]pyrene Relative Abundance Ratios to Assess Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Atmosphere in the Vicinity of a Söderberg Aluminum Smelter / E.G. Sanderson, J.-P. Farant // J. of the Air & Waste Management Association. – 2000. – Vol. 50, № 12. – P. 2085–2092.
3. Jungang, Lv. Indoor and outdoor air pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Xuanwei and Fuyuan, China / Lv Jungang [et al.] // J. Environ. Monit. – 2009. – № 11. – P. 1368–1374.
4. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека: ГН 10-66 РБ 98. Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 29 апр. 1998 г. № 18. Дата введения – с момента опубликования.
5. Роева, Н.Н. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания / Н.Н. Роева. – М.: МГУТУ, 2009. – 108 с.
6. Lu, H. Pollution patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons in tobacco smoke / H. Lu, L.Z. Zhu // J. Hazard. Mater. – 2007. – Vol. A139. – P. 193–198.
7. Deziel, Nicole C. A multi-day environmental study of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in a high-risk region for esophageal cancer in China / Nicole C. Deziel [et al.] // J. of Exposure Science and Environmental Epidemiology. – 2013. – № 23. – P. 52–59.
8. Методические указания по измерению концентраций бенз(а)пирена, нафталина, фенантрена, антрацена, пирена, 1,2-бензантрацена, хризена, бенз(е)пирена, 1,12-бензперилена в воздухе рабочей зоны методом жидкостной хроматографии: МУ № 84 // МУ, вып. 1. – Минск, 1993. – 5 с.
9. Zha, Q. Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Particulate Phase of Cigarette Smoke Using a Gas Chromatographic–High-Resolution Mass Spectrometric Technique / Q. Zha, N.X. Qian, S.C. Moldoveanu // J. of Chromatographic Science. – 2002. – Vol. 40. – P. 403–408.
10. Измерение массовой концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием. Методические указания: МУК 4.1.1273-03. – Введ. 01.09.2003.
11. Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена: СТБ ГОСТ Р 51650-2001. – Введ. 30.05.01. – Минск, 2001. – 18 с.

#### REFERENCES

1. Kutsenko S.A. *Osnovi toksikologii* [Fundamentals of Toxicology], Moscow, Foliant, 2004, 570 p.
2. Sanderson E.G. Use of Benzo[a]pyrene Relative Abundance Ratios to Assess Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Atmosphere in the Vicinity of a Söderberg Aluminum Smelter / E.G. Sanderson, J.-P. Farant // J. of the Air & Waste Management Association. – 2000. – Vol. 50, № 12. – P. 2085–2092.
3. Jungang Lv. Indoor and outdoor air pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Xuanwei and Fuyuan, China / Lv Jungang [et al.] // J. Environ. Monit. – 2009, № 11. – P. 1368–1374.
4. *Perechen veshchestv, produktov, proizvodstvennikh protsessov, bitovikh i prirodnikh factorov, kantserogennikh dlia cheloveka: GN10-66 RB 98. Postanovleniye Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Respubliki Belarus ot 29 apr. 1998 g. No 18* [List of Substances, Products, Manufacture Processes, Domestic and Natural Factors which are Cancerogene for Humans: GN 10-66 RB 98. April 29, 1998 No 18 Decree of Head Sanitary Doctor of the Republic of Belarus].
5. Royeva N.N. *Bezopasnost prodovolstvennogo siriya i produktov pitaniya* [Safety of Food Raw and Foodstuff], M., MGUTU, 2009, 108 p.
6. Lu H. Pollution patterns of polycyclic aromatic hydrocarbons in tobacco smoke / H. Lu, L.Z. Zhu // J. Hazard. Mater. – 2007. – Vol. A139. – P. 193–198.
7. Deziel Nicole C. A multi-day environmental study of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in a high-risk region for esophageal cancer in China / Nicole C. Deziel [et al.] // J. of Exposure Science and Environmental Epidemiology. – 2013, № 23. – P. 52–59.
8. *Metodicheskiye ukazaniya po izmereniyu kontsentratsiiy benz(a)pirena, naftalina, antratsena, pirena, 1,2-benzantratsena v vozdukhie rabochei zoni metodom zhidkostnoi khromatografii: MU No 84 // MU vip. 1* [Methodological Guidelines on Measuring Concentrations of Benz(a)pyrene, Naphtalene, Fenantrene, Anthracene, Pyrene, 1,12-Benzanthracene, Chryzene, Benz(a)pyrene in the Operation Zone Air by Liquid Chromatography], Minsk, 1993, 5 p.
9. Zha Q. Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Particulate Phase of Cigarette Smoke Using a Gas Chromatographic–High-Resolution Mass Spectrometric Technique / Q. Zha, N.X. Qian, S.C. Moldoveanu // Journal of Chromatographic Science. – Vol. 40. – August 2002. – P. 403–408.
10. *Izmereniye massovoi kontsentratsii benz(a)pirena v atmosfernom vozdukhie i v vozdukhie rabochei zoni metodom visokoeffektivnoi zhidkostnoi khromatografii s fluorimetriceskimi detektirovaniyem. Metodicheskiye ukazaniya: MUK 4.1.1273-03. Vved. 01.09.2003* [Detection of Mass Concentration of Benz(a)pyrene in Atmospheric Air and in Operation Zone Air by High Resolution Chromatography with Fluorimetric Detection. Methodological Guidelines], 01.09.2003.
11. *Produkti pishcheviye. Metodi opredeleniya massovoi doli benz(a)pirena: STB GOST R 51650-2001* [Foodstuff. Methods of Mass Concentration of Benz(a)Pyrene], Minsk, 2001, 18 p.

Поступила в редакцию 23.07.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: bystrakou@tut.by – Быстряков В.П.



УДК 378.016:54

## О профессионально-методической направленности изучения вузовского курса физической и коллоидной химии

И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский

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

*Обучение студентов педагогических и научно-педагогических специальностей химическим дисциплинам должно иметь свою специфику, связанную с необходимостью практико ориентированной подготовки будущих педагогов к профессиональной деятельности. Целостность методической подготовки студентов к профессиональной деятельности учителя химии может быть обеспечена путем усиления профессионально-педагогической направленности изучения фундаментальных химических дисциплин. Реализация этой идеи заключается в разработке методики профессионально ориентированного изучения курсов химических дисциплин и, в частности, курса физической и коллоидной химии. Такой подход обеспечит формирование у будущего учителя химии профессионально значимых компетенций, будет способствовать подготовке студентов к профессиональной деятельности, начиная уже с младших курсов университета.*

*Цель статьи – теоретическое обоснование необходимости усиления профессионально-методической направленности изучения вузовского курса физической и коллоидной химии и разработка этой проблемы в контексте компетентностного подхода.*

**Материал и методы.** *Материалом послужила нормативно-правовая и программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), труды ученых по вопросам формирования профессиональной компетентности будущих учителей химии, опыт работы авторов со студентами педагогических и научно-педагогических специальностей. При этом использовались следующие методы: системный анализ литературы по исследуемой проблеме, изучение опыта работы учителей и преподавателей вузов, наблюдение, пилотажный педагогический эксперимент. В основу разработки указанной методической темы положены системный, интегративный, компетентностный и личностно-деятельностный методологические подходы.*

**Результаты и их обсуждение.** *С точки зрения подготовки будущих учителей химии следует не только сформировать у студентов профессиональные компетенции в пределах данной учебной дисциплины, но и усилить методическую направленность в ее преподавании. При изучении основ физической и коллоидной химии наряду с классическими методами обучения особое внимание уделяется использованию методов обучения, имеющих четкую профессиональную направленность, что позволяет формировать и компетенции в области изучаемой дисциплины, и методические компетенции, необходимые будущим учителям химии. В статье выделены ключевые, общепрофессиональные, предметно-специальные и предметно-методические компетенции, формируемые при компетентностно ориентированном обучении студентов физической и коллоидной химии. Приведены примеры формирования методических компетенций в лекционном курсе, лабораторном практикуме и в ходе внеаудиторной работы. Раскрываются возможности в ходе изучения физической и коллоидной химии технологии тьюторского сопровождения студентов, т.е. принципа взаимобучения, предложены задания для тьютора, имеющие четкую профессионально-методическую направленность.*

**Заключение.** *Профессионально-методическая направленность изучения курса физической и коллоидной химии, сочетаемая с фундаментальной подготовкой по дисциплине, создает условия для более успешного развития профессиональных компетенций. Одновременно она способствует целостной, системной подготовке студентов к будущей профессиональной деятельности, позволяя им лучше усваивать материал по методике преподавания химии и более уверенно чувствовать себя во время педагогической практики в школе.*

**Ключевые слова:** *компетентностно ориентированное обучение, ключевые компетенции, общепрофессиональные компетенции, предметно-специальные компетенции, предметно-методические компетенции, тьюторское сопровождение, принцип взаимобучения, физическая и коллоидная химия.*

## On Professional and Methodological Aiming of the University Course of Physical and Colloid Chemistry

I.S. Borisevich, E.Ya. Arshanski

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

*Teaching would-be teachers and teachers-researchers Chemistry disciplines should be specific due to the necessity of practice aimed training of would be professional teachers. Wholesome methodological training of professional Chemistry teachers can be provided by strengthening professional and pedagogical aiming of studying fundamental Chemistry disciplines. Implementation of*

*this idea means development of the methods of professionally oriented studies of the courses of Chemistry disciplines and the course of Physical and Colloid Chemistry in particular. This approach provides shaping would be Chemistry teacher's professionally significant competences, contributes to training professionals beginning with the freshmen years.*

*The purpose of the article is theoretical grounding of the necessity to strengthen professional and methodological aiming of the study of the university course of Physical and Colloid Chemistry as well as development of the issue in the context of the competence approach.*

**Material and methods.** *The material of the research is normative and legal as well as curriculum and methodological papers on the research issue (Educational Standards of the Republic of Belarus, academic syllabus and curricula etc.), works on the issues of shaping professional competence of would be Chemistry teachers, the authors' work experience with students of pedagogical and research pedagogical professions. The following research methods were used: system literature analysis, study of school and university teachers' experience, pedagogical observation, a pilot pedagogical experiment. The basis of the development of the methodological topic is system, integrative, competence as well as personality and activity methodological approaches.*

**Findings and their discussion.** *From the point of view of would be Chemistry teacher training not only student professional competences should be shaped but also attention should be paid to methodological aiming in teaching it. While studying bases of Physical and Colloid Chemistry, along with classical teaching methods special attention is paid to teaching methods, which are professionally aimed, which makes it possible to shape both competences in the field of the studied discipline and methodological competences necessary for would be Chemistry teachers. In the article key, general professional, special subject and subject methodological competences are identified, which are shaped at competence aimed teaching of Physical and Colloid Chemistry. Examples are given of shaping methodological competences in the lecture course, laboratory practice as well as during extracurricular work. Attention is paid to the application of the technology of tutor accompaniment of students, or mutual teaching principle, while doing the course of Physical and Colloid Chemistry, tasks for the tutor are offered, which are clearly professionally and methodologically aimed.*

**Conclusion.** *Professional and methodological aiming of the course of Physical and Colloid Chemistry accompanied by fundamental training creates conditions for more successful development of professional competences. At the same time it promotes wholesome, system training of students, makes it possible for them to master the Methods of Chemistry material better and to feel at ease during school teaching practice.*

**Key words:** *competence aiming training, key competences, general professional competences, special subject competences, subject methodological competences, tutor accompaniment, mutual teaching principle, Physical and Colloid Chemistry.*

Обучение студентов педагогических и научно-педагогических специальностей химическим дисциплинам должно иметь свою специфику, связанную с необходимостью практико ориентированной подготовки будущих педагогов к профессиональной деятельности. При этом вузовская практика показывает, что традиционно курсы химических дисциплин ставят задачу фундаментальной химической подготовки педагога, усвоения им основополагающих понятий, законов, теорий и методов науки химии. Однако весь груз профессионально-методической подготовки будущего учителя традиционно возлагается только на курс методики преподавания химии и методические спецкурсы, что вряд ли оправдано.

Целостность методической подготовки студентов к профессиональной деятельности учителя химии может быть обеспечена путем усиления профессионально-педагогической направленности изучения фундаментальных химических дисциплин. Реализация этой идеи заключается в разработке методики профессионально ориентированного изучения курсов химических дисциплин, и в частности, курса физической и коллоидной химии. Такой подход обеспечит формирование у будущего учителя химии профессионально значимых компетенций, будет способствовать подготовке студентов к профессиональной деятельности, начиная уже с младших курсов университета.

Цель статьи – теоретическое обоснование необходимости усиления профессионально-методической направленности изучения вузовского курса физической и коллоидной химии и разработка этой проблемы в контексте компетентностного подхода.

**Материал и методы.** Материалом послужила нормативно-правовая и программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), труды ученых по вопросам формирования профессиональной компетентности будущих учителей химии, опыт работы авторов со студентами педагогических и научно-педагогических специальностей. При этом использовались следующие методы: системный анализ литературы по исследуемой проблеме, изучение опыта работы учителей и преподавателей вузов, наблюдение, пилотажный педагогический эксперимент.

В основу разработки указанной методической темы положены системный, интегративный, компетентностный и личностно-деятельностный методологические подходы. Системный подход обеспечивает целостность методической подготовки будущего учителя химии к профессиональной деятельности. Интегративный подход реализуется через взаимосвязи между содержанием курсов «Физическая и коллоидная химия» и «Методика преподавания химии». Компетентностный подход обеспечивает формирование

у будущего учителя химии всех групп профессионально значимых компетенций. Реализация личностно-деятельностного подхода создает условия для самореализации и раскрытия индивидуальных особенностей личности студента в процессе выполняемой деятельности.

**Результаты и их обсуждение.** Физическая химия – наука, рассматривающая общие закономерности химических процессов. Коллоидная химия – наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах. Изучение вузовского курса «Физическая и коллоидная химия» позволяет обобщить огромный теоретический и экспериментальный материал, полученный в разных разделах химии. Ряд вопросов данной дисциплины находит отражение и в школьном курсе химии, требуя от учителей владения методикой их изучения.

Анализ содержательных взаимосвязей школьного курса химии и вузовского курса физической и коллоидной химии позволяет условно выделить 7 соответствующих модулей (табл. 1).

Установленные взаимосвязи позволяют еще раз подчеркнуть, что с точки зрения подготовки будущих учителей химии следует не только формировать у студентов профессиональные компетенции в пределах данной учебной дисциплины, но и усиливать методическую направленность в ее преподавании. Таким образом, при изучении основ физической и коллоидной химии наряду с классическими методами обучения особое внимание уделяется использованию методов обучения, имеющих четкую профессиональную направленность, что позволяет формировать и компетенции в области изучаемой дисциплины, и методические компетенции, необходимые будущим учителям химии.

Профессиональная компетентность будущего учителя химии складывается из совокупности ключевых (необходимых в любой профессиональной деятельности), общепрофессиональных (отражающих особенности педагогической деятельности) и специальных компетенций (предметно-специальных и предметно-методических) [1].

*Ключевую профессиональную компетентность* представляют 5 групп ключевых компетенций – социально-политические, межкультурные, коммуникативные, информационные и персонального развития – и является универсальной для всех профессий и специальностей.

*Профессиональная базовая компетентность педагога* включает также 5 групп общепрофессиональных компетенций – социально-личностные; постановки целей и задач педагогической деятельности; мотивации педагогической деятельности; разработки программ педагогической деятельности

и принятия педагогических решений; организации учебной деятельности. Это интегративная характеристика, определяющая способность решать типичные профессиональные задачи, возникающие в реальных ситуациях профессиональной педагогической деятельности, на основе использования знаний, профессионального и жизненного опыта, личностных ценностей.

*Предметно-специальная компетентность* специфична для профессии учителя и включает три группы специальных компетенций – когнитивные, экспериментально-практические и контекстно-профессиональные. Это интегративная характеристика, определяющая владение компетенциями в области общей, неорганической, органической, физической, коллоидной и аналитической химии, формируемыми при обучении соответствующим химическим дисциплинам в педвузе и реализуемыми в личностно и социально значимом опыте в образовательной среде химического образования. Формирование *когнитивных компетенций* призвано обеспечить решение интеллектуальных задач в области химии (знания важнейших фактов, законов, теорий химии и их применение к решению конкретных задач; поиск, интерпретация, оценка и представление информации и данных в области химии; оценка вклада ученых в развитие науки химии). *Экспериментально-практические компетенции* связаны с работой в химической лаборатории (проведение стандартных лабораторных процедур и использование оборудования при синтезе и анализе веществ, демонстрации их свойств; умение производить наблюдения, измерения, количественные расчеты; способность и обрабатывать, и интерпретировать экспериментальные данные). *Контекстно-профессиональные компетенции* специфичны для будущей профессиональной деятельности учителя химии (умение устанавливать связи с образовательным и жизненным опытом ученика, отбирать содержание для основных и факультативных курсов химии, внеклассной работы).

Компетентностно ориентированное обучение студентов физической и коллоидной химии, на наш взгляд, включает следующие группы формируемых у них компетенций: ключевые, общепрофессиональные, предметно-специальные и предметно-методические. Выделение предметно-специальных и предметно-методических компетенций у будущих учителей химии уже зарекомендовало себя в исследованиях по методике обучения химии [2]. Формирование перечисленных компетенций реализуется в лекционном курсе, лабораторном практикуме и в ходе внеаудиторной работы по физической и коллоидной химии (табл. 2).

Таблица 1

**Содержательные взаимосвязи вузовского курса физической и коллоидной химии  
и школьного курса химии**

Название модуля	Содержание модуля	Тема школьного курса химии	Тема курса физической и коллоидной химии
Основы термохимии	Тепловой эффект химической реакции. Реакции экзо- и эндотермические. Термохимические уравнения	Химические реакции (11 класс)	Основные законы термодинамики. Термохимия
Химическое равновесие	Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Принципы смещения химического равновесия	Химические реакции (11 класс)	Химическое равновесие
Химия растворов	Растворение как физико-химический процесс. Растворение твердых, жидких и газообразных веществ в воде. Растворимость веществ в воде. Коэффициент растворимости. Влияние температуры, давления и степени измельчения растворяемого вещества на процесс растворения. Электролиты и неэлектролиты. Электролитическая диссоциация. Основные положения теории электролитической диссоциации. Степень электролитической диссоциации. Понятие о сильных и слабых электролитах	Растворы (8 класс). Химия растворов (11 класс)	Фазовые равновесия и учение о растворах. Растворы электролитов. Электропроводность
Химическая кинетика и катализ	Скорость химических реакций. Понятие о катализаторах. Зависимость скорости химических реакций от природы и концентрации реагирующих веществ, температуры, площади поверхности соприкосновения, наличия катализатора	Кислород (7 класс). Химические реакции (11 класс)	Кинетика химических реакций. Катализ
Электрохимия	Понятие о водородном показателе (рН) раствора. Электрохимический ряд напряжения металлов. Понятие о коррозии металлов, защита металлов от коррозии. Понятие об электролизе	Химия растворов (11 класс). Металлы (8 и 11 класс)	Электродные равновесия. Кинетика химических реакций
Поверхностные явления и адсорбция	Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Синтетические моющие средства (СМС). Понятие об адсорбции и адсорбционных свойствах	Жиры и сложные эфиры (9 и 10 класс). Неметаллы (10 класс)	Поверхностные явления и адсорбция
Понятие о дисперсных системах	Охрана атмосферы от загрязнения. Охрана водоемов от загрязнений. Однородные и неоднородные смеси веществ и их использование. Суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли. Охрана окружающей среды и здоровья людей от вредного воздействия химических веществ	Кислород (7 класс). Вода. Значение воды в жизни человека (7 класс). Растворы (8 класс). Химические вещества в жизни и деятельности человека (11 класс)	Дисперсные системы

**Компетенции, формируемые при обучении дисциплине «Физическая и коллоидная химия»**

Структурные элементы	Ключевые профессиональные компетенции	Базовые профессиональные (общепедагогические) компетенции	Предметно-специальные (химические) компетенции	Предметно-методические (химико-методические) компетенции
Знания (знать)	<p>Теоретические основы профессиональной деятельности, связанные с постановкой ее целей и задач, анализом сложившихся ситуаций, планированием, проектированием.</p> <p>Условия работы в коллективе, построения коммуникаций с другими людьми.</p> <p>Основы работы с информацией, представленной в разных формах и источниках</p>	<p>Основные нормативные документы, регламентирующие организацию образовательного процесса в Республике Беларусь. Основные задачи и направления работы в учреждениях образования. Принципы организации образовательной среды в учреждениях образования.</p> <p>Методологические подходы к образованию: системный, компетентностный, личностно-деятельностный и др.</p> <p>Методы, приемы и методики обучения и воспитания, педагогические технологии.</p> <p>Индивидуальные и возрастные особенности психологии, психофизиологии и познавательных процессов личности.</p> <p>Основы педагогической диагностики и рефлексия</p>	<p>Основные понятия и законы химической термодинамики. Условия самопроизвольного протекания процессов и достижения равновесия.</p> <p>Теоретические основы химического равновесия и условия, влияющие на его смещение. Основные понятия, законы и условия фазового равновесия.</p> <p>Теоретические основы термодинамики растворов. Коллигативные свойства растворов. Теоретические основы электропроводности растворов электролитов.</p> <p>Основные понятия химической кинетики, особенности кинетики простых, сложных и каталитических реакций.</p> <p>Теоретические основы, законы электродных равновесий.</p> <p>Принципы работы гальванических элементов. Законы электролиза.</p> <p>Теоретические основы и модели поверхностных явлений.</p> <p>Виды и характеристики дисперсных систем, их физико-химические свойства</p>	<p>Основы подготовки к работе оборудования для проведения экспериментальной части работы, объяснения порядка проведения изменений и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Способы составления и решения расчетных химических задач.</p> <p>Принципы обобщения, систематизации, актуализации и проверки знаний по химии.</p> <p>Способы контроля усвоения студентами теоретического материала.</p> <p>Основы подготовки учебных презентаций и видеороликов.</p> <p>Особенности работы с электронными учебными пособиями по химии.</p> <p>Основы компьютерного моделирования химических объектов с использованием неспециализированных программных средств, работы с виртуальными химическими лабораториями.</p> <p>Виды работы с поисковыми системами и тематическими каталогами химической информации в Интернете</p>
Умения (уметь)	<p>Выполнять профессиональные действия, планировать, проектировать и оценивать результаты своего труда, общаться с коллегами и другими людьми.</p>	<p>Использовать на практике нормативные правовые акты, регламентирующие организацию образовательного процесса; принципы организации образовательной среды в учреждениях</p>	<p>Рассчитывать термодинамические параметры, определять возможность самопроизвольного протекания процесса. Осуществлять термохимические расчеты.</p> <p>Качественно и количе-</p>	<p>Планировать эксперимент, готовить к работе оборудование, объяснять порядок проведения измерений и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Составлять, решать и объяснять решение рас-</p>

Продолжение табл. 2

	<p>Осуществлять постоянное повышение образовательного уровня, самостоятельно приобретать новые знания и умения.</p> <p>Работать с информацией, представленной в разных формах и источниках</p>	<p>образования.</p> <p>Реализовывать на практике педагогические технологии и методики.</p> <p>Осуществлять математическую обработку информации, данных теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Получать, хранить и перерабатывать информацию, работать с компьютером как средством управления информацией</p>	<p>ственно характеризовать состояние химического равновесия и его смещение при изменении условий протекания реакции.</p> <p>Анализировать диаграммы состояния одно- и двухкомпонентных систем.</p> <p>Качественно и количественно характеризовать свойства растворов, описывать электропроводность растворов электролитов и использовать ее значения для расчета физико-химических констант.</p> <p>Характеризовать кинетику простых, сложных и каталитических реакций, определять порядок реакции, константу скорости и энергию активации химической реакции.</p> <p>Пояснять природу возникновения электродных потенциалов и вычислять их. Описывать принцип работы и вычислять ЭДС гальванических элементов.</p> <p>Качественно и количественно характеризовать поверхностные явления и свойства дисперсных систем</p>	<p>четных задач по химии.</p> <p>Разрабатывать вопросы, тестовые задания для проверки усвоения студентами теоретического материала.</p> <p>Объяснять основные теоретические вопросы и контролировать подготовку студентов к защите лабораторной работы.</p> <p>Создавать и использовать учебные презентации и видеоролики.</p> <p>Работать с электронными учебными пособиями по химии.</p> <p>Осуществлять поиск химической информации в Интернете, тематических каталогах и поисковых системах</p>
Виды деятельности (владеть)	<p>Обобщение, анализ информации, постановка профессиональных целей и выбор путей их осуществления в контакте с коллегами и другими людьми</p>	<p>Приемы работы с основными нормативными правовыми актами, регламентирующими организацию образовательного процесса.</p> <p>Педагогические технологии и методики, инновационные подходы к образованию.</p> <p>Методы математической обработки информации, данных педагогического исследования.</p> <p>Навыки использования основных мето-</p>	<p>Понятийно-терминологический аппарат в области физической и коллоидной химии. Методы физико-химических вычислений.</p> <p>Приемы планирования, проведения, обработки, представления и интерпретации данных физико-химического эксперимента.</p> <p>Способы прогнозирования возможности протекания физико-химических процессов, изучения фазовых рав-</p>	<p>Организация, проведение, объяснение результатов и методов обработки эксперимента студентам.</p> <p>Составление, решение и объяснение решения расчетных задач по химии.</p> <p>Разработка проверочных заданий на материале изучаемой темы.</p> <p>Организация работы по изучению теоретического материала и актуализации знаний для защиты лабораторной работы.</p>

		дов, способов и средств получения, хранения и переработки информации, работы с компьютером как средством управления информацией	новесий и свойств растворов. Методы изучения кинетики химических реакций, определения порядка, константы скорости реакции, энергии активации химической реакции. Экспериментальные методы электрохимических измерений. Методы изучения и описания поверхностных явлений и дисперсных систем	Работа с химической информацией в текстовом и химических редакторах, с виртуальными химическими лабораториями. Работа с поисковыми системами и тематическими каталогами химической информации в Интернете
--	--	---	---	---

Формирование методических компетенций в первую очередь осуществляется во время подготовки и проведения лабораторных занятий. Основная цель любого лабораторного занятия заключается в углубленном изучении теоретических основ конкретного раздела физической и коллоидной химии, освоении современных экспериментальных методов науки, а также овладении методикой решения задач по данной теме. Лабораторные работы представляют собой важнейшую форму работы студентов для приобретения знаний, умений и навыков. Они позволяют осуществить активизацию и интенсификацию деятельности студентов.

Наш опыт проведения лабораторных занятий по физической и коллоидной химии показывает, что в них целесообразно выделять несколько этапов. В начале занятия студенты заняты решением расчетных задач. Далее следует выполнение лабораторных работ группами по 2–3 человека. Перед тем как приступить к выполнению работы, студенты должны получить допуск к ней, т.е. объяснить, какие действия будут выполнять, и получить ответы на вопросы, которые вызвали затруднения во время самостоятельной подготовки к занятию. Следующий этап занятия заключается в выполнении экспериментальной части лабораторной работы, обработке полученных данных и представлении их в виде расчетов и графиков. Интерпретация полученных данных и формулировка выводов по результатам лабора-

торной работы являются завершающими этапами. Далее следует защита работы [3].

Решение расчетных задач – важное средство развития не только мышления студентов, но и формирования у них ряда методических приемов и навыков. Например, навыка методически правильного объяснения хода решения задачи своим товарищам, составления типовых и разноуровневых расчетных задач по темам, изучаемым в школьном курсе химии. Практикуется и такой прием, как совместное или индивидуальное построение алгоритма решения задач определенного класса по физической и коллоидной химии [4].

С целью формирования у студентов навыков решения расчетных задач в материалах к занятию содержатся примеры решения типовых расчетных задач и задачи для самостоятельного решения. Например, в теме «Химическая термодинамика» разбирается решение задачи на расчет термодинамических параметров. Приведем пример такой задачи.

*Вычислить  $\Delta_r G_T^0$  реакции  $MgO + Al_2O_3 = MgO \cdot Al_2O_3$  при температурах 298K; 1000K и 1400K. Зависимостью  $\Delta H$  и  $\Delta S$  от температуры пренебречь.*

Решение.

1. По стандартным значениям термодинамических величин рассчитываем изменение энтальпии и энтропии в ходе предложенной реакции при 298K (табл. 3).

Таблица 3

Стандартные значения термодинамических величин

Вещество	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
$\Delta_f H_{298}^0$ , кДж/моль	-602,11	-1670,63	-2299,30
$S_{298}^0$ , Дж/моль·К	26,80	51,00	80,70

$$\Delta_f H_{298}^0 = \sum \Delta_f H_{298}^0 (\text{продуктов реакции}) - \sum \Delta_f H_{298}^0 (\text{исходных веществ})$$

$$\Delta_f H_{298}^0 = -2299,30 - 602,11 - 1670,63 = -26,56 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta_r S_{298}^0 = \sum S_{298}^0 (\text{продуктов реакции}) - \sum S_{298}^0 (\text{исходных веществ})$$

$$\Delta_r S_{298}^0 = 80,7 - (26,80 + 51,00) = 2,9 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

2. Рассчитываем изменение энергии Гиббса реакции при 298К; 1000К и 1400К:

$$\Delta_r G_{298}^0 = -26,56 - 298 \cdot (2,9 \cdot 10^{-3}) = -27,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta_r G_{1000}^0 = -26,56 - 1000 \cdot (2,9 \cdot 10^{-3}) = -29,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta_r G_{1400}^0 = -26,56 - 1400 \cdot (2,9 \cdot 10^{-3}) = -30,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Ответ:  $\Delta_r G_{298}^0 = -27,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$  ;

$$\Delta_r G_{1000}^0 = -29,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} ; \Delta_r G_{1400}^0 = -30,6 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} .$$

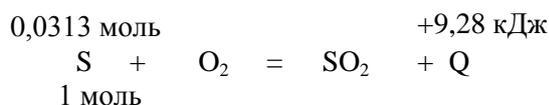
Поскольку полученные значения  $\Delta_r G_T^0$  близки друг к другу и  $\Delta_r G_T^0 < 0$ , образование продукта реакции при этих температурах термодинамически возможно и равновероятно.

Аналогичные задачи предлагаются студентам для самостоятельного решения. Решение задач по термодинамике и термохимии, понимание сути термодинамических расчетов необходимы будущим учителям, так как в школьном курсе химии есть тип задач «расчеты по термохимическим уравнениям». Приведем пример такой задачи.

*При сжигании серы массой 1 г выделилось количество теплоты 9,28 кДж. Составьте термохимическое уравнение реакции.*

Решение.

1. Составляем термохимическое уравнение реакции горения серы:



2. Для решения задачи используем формулу:

$$n = \frac{m}{M} .$$

3. Находим химическое количество серы:

$$n(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{1 \text{ г}}{32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,0313 \text{ моль} .$$

4. Находим тепловой эффект реакции горения серы и составляем термохимическое уравнение:

$$Q = \frac{9,28 \text{ кДж} \cdot 1 \text{ моль}}{0,0313 \text{ моль}} = 296,5 \text{ кДж}$$

$$\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2 + 296,5 \text{ кДж}$$

Ответ:  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2 + 296,5 \text{ кДж}$ .

Подготовка к выполнению и непосредственное выполнение лабораторного практикума по физической и коллоидной химии позволяют внедрять технологии тьюторского сопровождения студентов, т.е. реализовать принцип взаимообучения. Целесообразно для тьютора предлагать задания, имеющие четкую профессиональную направленность. Приведем примеры таких заданий для раздела «Химическая кинетика».

1. Подготовить проверочную работу из 10 тестовых заданий на дополнение для оценки усвоения студентами теоретического материала.

2. Составить 2 расчетные задачи на нахождение порядка реакции, периода полупревращения и энергии активации по экспериментальным данным. Предложить алгоритм решения таких задач расчетным и графическим методами для реакций первого и второго порядка

3. Подготовить учебную презентацию для студентов «Интегральные и дифференциальные методы определения порядка реакции».

4. Объяснить студентам вывод кинетических уравнений реакций различного порядка, основываясь на составлении уравнений в дифференциальной форме и решении их методом интегрирования.

5. Собрать прибор газометр и подготовить его к работе, объяснить студентам порядок снятия экспериментальных данных и их последующей обработки.

6. Оценить возможность использования в качестве катализаторов ионов  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ , а также смешанных катализаторов:  $\text{CuSO}_4 + \text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{CuSO}_4 + \text{Ni}^{2+}$ .

7. Проверить готовность студентов к защите лабораторной работы.

К занятию по химической кинетике разработаны также задания для студентов, которые имеют методическую направленность:

1. При подготовке к урокам и внеклассным занятиям учитель химии пользуется учебной, научно-методической и научно-популярной литературой. Составьте тематическую картотеку современных литературных источников (5–10)

с их краткой аннотацией по теме «Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от различных факторов».

2. Модульно-рейтинговая технология обеспечивает индивидуализацию обучения предмету. Проанализируйте материалы модуля «Химическая кинетика и катализ» (<http://sdo.vsu.by>). Предложите свой вариант наполнения данного модуля.

3. Тестовые задания и задачи по химической кинетике ежегодно встречаются в олимпиадных заданиях. Проанализируйте материалы третьего (областного) этапа республиканской олимпиады школьников по химии за последние три года и составьте картотеку таких заданий с решениями.

4. Для глубокого понимания учащимися материала о влиянии различных факторов на скорость реакции проводят демонстрационный эксперимент. Предложите по одному опыту для демонстрации зависимости скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ, их природы, поверхности их соприкосновения, наличия катализатора и температуры. Для внесения учащимися наблюдений и выводов по данным опытам разработайте вариант таблицы и заполните ее.

5. Программа «Наставник», разработанная НПООО «ИНИС-СОФТ», рекомендована Министерством образования Республики Беларусь к использованию на уроках химии. Проанализируйте, какие анимации, предложенные в данной программе, Вы бы могли применять при изучении темы «Скорость химической реакции».

6. Рассматривая каталитические реакции, полезно установить межпредметные связи химии с биологией на примере взаимосвязей между понятиями «катализатор» и «фермент». Предложите фрагмент такого урока с презентацией (5–6 слайдов).

7. Разработайте несколько тем исследовательской деятельности школьников, основанной на изучении скорости реакций.

Взаимообучение на лабораторных занятиях особенно актуально в тех случаях, когда работы выполняются небольшими группами студентов (2–3 человека). Часто студенты, работающие в группе, имеют разный уровень подготовки. Тьютор быстрее и лучше усваивает материал, он объясняет непонятные моменты своему товарищу, контролирует его работу, помогает выполнить расчеты и сформулировать выводы. Очень важно, чтобы в мини-коллективе работа была высокоэффективной в условиях благоприятного психологического климата.

Принцип взаимообучения может быть реализован не только внутри группы студентов. Поскольку часть студентов академической группы к данному моменту уже выполнили ряд работ, они обладают умениями и навыками, которыми могут поделиться с товарищами, приступающими к выполнению работы на текущем занятии. Это взаимовыгодное сотрудничество, так как одни повторяют и закрепляют полученные знания, а другие приобретают необходимые навыки. Студенты учатся организовывать не только собственную деятельность, но и своих товарищей, осваивают профессиональный стиль общения.

Для защиты лабораторной работы студент должен усвоить определенный объем теоретических знаний. Например, при изучении темы «Электрохимия» предлагаются для обсуждения следующие основные вопросы:

1. Гальванический элемент. Схема записи гальванического элемента. Электродные реакции и расчет ЭДС цепи. Скачки потенциала в пределах гальванического элемента. Абсолютный и стандартный электродные потенциалы.

2. Термодинамика электродных равновесий. Расчет термодинамических величин.

3. Зависимость величины ЭДС от температуры и активности ионов в растворе (уравнение Нернста).

4. Электроды различных типов: первого, второго и третьего рода, амальгамные, газовые, окислительно-восстановительные и ионоселективные.

5. Классификация электрохимических цепей. Физические, химические и концентрационные цепи.

6. Потенциометрия. Электролитический метод измерения pH раствора. Понятие об индикаторных электродах и электродах сравнения.

7. Электролиз. Законы Фарадея. Выход вещества по току. Поляризация и перенапряжение. Стадийность в электрохимических процессах.

8. Основные характеристики коррозионных процессов. Типы коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия. Скорость коррозии, массовый и глубинный показатели коррозии. Коррозия при контакте двух металлов. Основные методы защиты от коррозии.

Кроме теоретических вопросов материалы к лабораторному занятию содержат тестовые задания для самоконтроля.

1. Абсолютным электродным потенциалом называется:

а) равновесный потенциал, возникающий в двойном электрическом слое;

б) скачок потенциала на границе «металл–раствор»;

в) скачок потенциала на границе «раствор–раствор»;

г) скачок потенциала на границе двух металлов.

2. К электродам первого рода относится:

а) хлорсеребряный электрод;

б) *металлический электрод*;

в) бромид-селективный электрод;

г) каломельный электрод.

3. К концентрационным цепям без переноса относится элемент:

а)  $\text{Hg}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \mid \text{KCl} \mid \text{Cl}_2, \text{Pt}$ ;

б)  $\text{Hg}, \text{Cd} \mid \text{CdSO}_4 \mid \text{Cd}, \text{Hg}$ ;

в)  $\text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \parallel \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn}$ ;

г)  $\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \parallel \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn}$ .

4. В качестве электрода сравнения используется следующий электрод:

а) ионоселективный;

б) стеклянный;

в) амальгамный;

г) *хлорсеребряный*.

5. Под действием тока силой 3,85 А за 15 минут с учетом того, что все электричество затрачено на разложение катиона, выделится никель ( $M = 59$  г/моль) массой:

а) 1,059 г; б) 0,106 г; в) 10,59 г; г) 1,012 г.

Так как студенты обучаются по модульно-рейтинговой системе, проработка подобных заданий готовит их к выполнению зачетного тестового задания в конце изучения данного модуля (<http://sdo.vsu.by>).

Рассмотрим особенности методической направленности лекционного курса по физической и коллоидной химии. Лекции призваны закладывать основы научных знаний у студентов в соответствии с такими основными требованиями, как научность, доступность, эмоциональность и др. Материал, предлагаемый к изучению на лекциях по данной дисциплине, достаточно сложен, он содержит вывод формул, формулировку законов, постулатов, правил. В лекционном курсе есть материал, который будущие учителя химии должны будут донести до школьников. Существует опыт привлечения наиболее подготовленных студентов к чтению небольших фрагментов лекции, содержащих именно такой материал, для своих товарищей. Подготовка к чтению фрагментов лекций осуществляется заблаговременно под руководством преподавателя.

**Заключение.** Профессионально-педагогическая направленность изучения курса физической

и коллоидной химии, сочетаемая с фундаментальной подготовкой по дисциплине, создает условия для более успешного развития профессиональных компетенций. Одновременно она способствует целостной, системной подготовке студентов к будущей профессиональной деятельности, позволяет им лучше усваивать материал по методике преподавания химии и более уверенно чувствовать себя во время педагогической практики в школе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гавронская, Ю.Ю. Интерактивное обучение химическим дисциплинам как средство формирования профессиональной компетентности студентов педагогических вузов: автореф. ... дис. д-ра пед. наук: 13.00.02 / Ю.Ю. Гавронская; Рос. гос. пед. ун-т имени А.И. Герцена. – СПб., 2009. – 45 с.
2. Белохвостов, А.А. Система методической подготовки будущего учителя химии к использованию информационно-коммуникационных технологий: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / А.А. Белохвостов; БГПУ имени Максима Танка. – Минск, 2014. – 29 с.
3. Борисевич, И.С. О методической направленности преподавания вузовского курса физической химии / И.С. Борисевич // Методика преподавания химических и экологических дисциплин: сб. науч. ст. междунар. науч.-метод. конф., Брест, 22–23 нояб. 2012 г. / БрГТУ; БрГУ имени А.С. Пушкина; редкол.: А.А. Волчек [и др.]. – Брест: БрГТУ, 2012. – С. 24–27.
4. Борисевич, И.С. Профессионально-педагогическая направленность вузовского курса физической и коллоидной химии / И.С. Борисевич // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XIX (66) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 13–14 марта 2014 г.: в 2 т. / Вит. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2014. – Т. 2. – С. 121–123.

#### REFERENCES

1. Gavronskaya Yu.Yu. *Intensivnoye obucheniye khimicheskimi disciplinam kak sredstvo formirovaniya professionalnoi kompetentnosti studentov pedagogicheskikh vuzov: avtoref. dis. ... doktora ped. nauk* [Interactive Teaching Chemistry Disciplines as a Way of Shaping Professional Competence of Pedagogical University Students: Doctor of Pedagogical Sciences Summary], Ros. gos. ped. un-t im. A.I. Gertsena, SPb., 2009, 45 p.
2. Belokhvostov A.A. *Sistema metodicheskoi podgotovki budushchego uchitelia khimii k ispolzovaniyu informatsionno-kommunikatsionnikh tekhnologii: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [System of Methodological Training of Would Be Chemistry Teacher for Application of Information and Communication Technologies: PhD (Education) Summary], BGPU im. Maxima Tanka, Mn., 2014, 29 p.
3. Borisevich I.S. *Metodika prepodavaniya khimicheskikh i ekologicheskikh distsiplin: sb. nauch. st. Mezhdunar. nauch.-metod. konf., Brest, 22–23 noyab. 2012* [Methods of Teaching Chemical and Ecological Disciplines: Collection of Scientific Articles of the International Scientific and Methodological Conference, Brest November 22–23, 2012, BrGTU, A.S. Puskin BGU], Brest BrGTU, 2012, pp. 24–27.
4. Borisevich I.S. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy XIX (66) Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauchnikh sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 13–14 marta 2014* [Science to Education, Industry, Economy: Materials of the XIX (66) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Scientific Workers and Postgraduates, Vitebsk, March 13–14, 2014], Vitebsk State P.M. Masherov University, 2014, 2, pp. 121–123.

Поступила в редакцию 31.08.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: met\_him@mail.ru – Аршанский Е.Я.

## Особенности эмоциональной сферы младших школьников с интеллектуальной недостаточностью

**Н.И. Бумаженко, М.В. Швед, Е.В. Галдобенко**

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

*В статье представлены результаты эмпирического исследования особенностей эмоциональной сферы учащихся вспомогательной школы.*

*Цель – выявление и сопоставление понимания младшими школьниками с интеллектуальной недостаточностью эмоционального состояния человека.*

**Материал и методы.** *Экспериментальное исследование было проведено на базе ГУО «Вспомогательная школа № 26 г. Витебска» в марте–апреле 2014 года. При этом использовались методика С.Д. Забрамной, О.В. Боровик на выявление понимания эмоционального состояния человека по мимике и методика Л.Б. Фесюковой на выявление понимания эмоциональных состояний в рамках определенной ситуации.*

**Результаты и их обсуждение.** *Сравнительный анализ полученного эмпирического материала позволил выделить особенности понимания эмоциональных состояний младшими школьниками.*

**Заключение.** *Учащиеся вспомогательной школы испытывают затруднения при определении эмоциональных состояний по мимике человека и в рамках определенной ситуации. Полученные данные могут быть полезными при составлении коррекционно-развивающих программ для данной категории детей.*

**Ключевые слова:** *эмоции, эмоциональная сфера, эмоциональное состояние, интеллектуальная недостаточность.*

## Features of Emotional Sphere of Elementary School Students with Mental Retardation

**N.I. Bumazhenko, M.V. Shved, E.V. Galdobenko**

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

*The article presents the results of quantitative and qualitative study of understanding emotional states on human facial expressions and within certain situations by students with mental retardation.*

*The purpose of the research is to study and identify features of emotional sphere of elementary school students with mental retardation.*

**Material and methods.** *The experimental research of understanding the emotional states on human facial expressions and within a certain situation was undertaken among students of 1st and 2nd departments of supporting school based on «Vitebsk Supporting School No 26» in March–April 2014. As methods of experimental research we used: methodology by S.D. Zabrannaya, O.V. Borovik to identify the understanding of emotional states by human facial expressions, methodology by L.B. Fesyukova to identify the understanding of emotional states within a certain situation.*

**Findings and their discussion.** *The obtained findings the comparative analysis of the obtained empirical material made it possible for us identify features of understanding the emotional states by elementary school students.*

**Conclusion.** *Thus, we can conclude that special school students have difficulty in determining the emotions on human facial expressions and within certain situations. The data obtained may be useful in the preparing correction and development curricula programs for this category of children.*

**Key words:** *emotions, emotional sphere, emotional state, mental retardation.*

На современном этапе в специальной педагогике и психологии большинство исследований показывают, что нарушения эмоциональной сферы у детей с интеллектуальной недостаточностью затрудняют их социальную адаптацию в обществе.

Проблемой изучения эмоциональной сферы занимались известные психологи и нейрофизиоло-

логи: П.К. Анохин, Л.С. Выготский, Ч. Дарвин, У. Джеймс, К. Изард, А.Н. Леонтьев, А.Р. Лурия, А.Е. Ольшанникова и др. Согласно их исследованиям, эмоции отражают состояние, процесс и результат удовлетворения потребностей человека, смысл явлений, ситуаций и выражаются в форме непосредственных переживаний удовольствия, радости, гнева, страха и т.д. От них

во многом зависит отношение к другим людям, а также оценка собственных действий, степень активности мышления, особенности моторики, движений.

Эмоции помогают человеку в его становлении как личности, поэтому те люди, у которых недостаточно развита эмоциональная сфера, испытывают трудности в адаптации в социуме. Подобные трудности испытывают лица с интеллектуальной недостаточностью.

Эмоциональное развитие школьников с интеллектуальной недостаточностью рассматривается в числе наиболее актуальных проблем коррекционной педагогики и специальной психологии, что связано как с недостаточной разработанностью теоретических аспектов этой проблемы, так и потребностями коррекционно-педагогической практики. Знание педагогом особенностей эмоционального отношения учащегося к тем или иным сторонам окружающей действительности является важным условием эффективности коррекционного воздействия. Формирование эмоций, воспитание нравственных, эстетических чувств содействует более адекватному отношению человека к окружающему миру и обществу, способствует становлению гармонически развитой личности.

В коррекционной педагогике проблемой изучения эмоциональной сферы детей с интеллектуальной недостаточностью занимались Н.Ю. Борякова, Л.С. Выготский, И.М. Головина, С.Д. Забрамная, Л.В. Занков, Ю.Н. Кислякова, Е.А. Колотыгина, К.С. Лебединская, Е.Л. Набойкина, Т.Г. Никуленко, В.Г. Петрова, И.М. Соловьев, А.Т. Токомбаева, О.Е. Шаповалова, Н.В. Шкляр и др.

С именем Л.С. Выготского связано начало теоретической разработки и изучения эмоциональной сферы личности детей с интеллектуальной недостаточностью. Ученый высказал мысль о теснейшей взаимосвязи интеллектуальной и эмоциональной сферы ребенка [1].

Характеристика особенностей эмоциональной сферы учащихся с интеллектуальной недостаточностью представлена в ранних работах Л.В. Занкова. По его мнению, развитие эмоциональной сферы учеников с интеллектуальной недостаточностью в значительной мере определяется внешними условиями, к числу которых в первую очередь относятся специальное обучение и правильная организация всей жизни ребенка. Свойственные младшим школьникам с интеллектуальной недостаточностью импульсивные проявления гнева, обиды и т.д. могут быть постепенно сглажены путем целенаправленного воспитания, способствующего появ-

лению у них контроля над своими поступками, действиями, эмоциями [2].

С.Я. Рубинштейн, В.Г. Петрова характеризуют чувства школьников данной категории как недостаточно дифференцированные, более примитивные, полюсные, неадекватные [1; 3].

В своих трудах Т.Г. Никуленко отметила, что у младших школьников с интеллектуальной недостаточностью отмечаются задержка в проявлении дифференцированной эмоциональной реакции, неадекватная реакция на окружение. У учащихся данной категории ограничен диапазон переживаний. С этим связаны частые затруднения понимания мимики и жестов, выразительных движений людей, изображений эмоций на картинке [4].

Цель статьи – выявление и сопоставление понимания младшими школьниками с интеллектуальной недостаточностью эмоционального состояния человека по мимике и в рамках определенной ситуации.

**Материал и методы.** Экспериментальное исследование понимания эмоциональных состояний по мимике человека и в рамках определенной ситуации учащимися 1-го и 2-го отделения вспомогательной школы было проведено на базе ГУО «Вспомогательная школа № 26 г. Витебска» в марте–апреле 2014 года.

Общее количество привлеченных к исследованию лиц составило 17 человек, из них 12 учащихся с диагнозом F70 (1-е отделение) по МКБ-10 и 5 – с диагнозом F71 по МКБ-10 (2-е отделение). Возраст испытуемых – от 8 до 13 лет. Каждый из учащихся выполнял один и тот же набор заданий в сходных условиях (наедине с экспериментатором, в полной тишине), что позволило обеспечить объективность оценки результатов.

Материалом послужили методики С.Д. Забрамной, О.В. Боровик на выявление понимания эмоционального состояния человека по мимике [5], Л.Б. Фесюковой на выявление понимания эмоциональных состояний в рамках определенной ситуации [6]. При этом были использованы следующие методы: теоретический (анализ предметного содержания психолого-педагогической и специальной литературы по теме исследования), эмпирический поиск, эксперимент, количественный и качественный анализ полученных фактических данных, математические и статистические методы обработки данных исследования (G критерий знаков).

**Результаты и их обсуждение.** При интерпретации эмпирического материала были получены следующие результаты.

Изучение понимания эмоциональных состояний по мимике человека учащимися 1-го отделе-

ния показало, что 58% учащихся правильно определили и назвали эмоцию «радость», 75% – эмоцию «грусть», 33% – эмоцию «страх», 42% – эмоцию «гнев».

Следует отметить, что среди предложенных эмоций лучше младшие школьники с интеллектуальной недостаточностью узнают эмоции «грусть» и «радость» в отличие от эмоций «гнева» и «страха». Например, при проведении исследования Кристина Д. при предъявлении картинки, где девочка испытывает радость, сказала, что девочка чувствует радость, а на вопрос «Почему ты так решила?» испытуемая засмеялась. При демонстрации картинки, где девочка испытывает грусть, Кристина Д. сказала, что она чувствует грусть, и объяснила это следующим образом: «Она плачет». Этот пример свидетельствует о том, что она знает название эмоций, реагирует на эмоциональное состояние персонажей, но не может объяснить причины возникновения эмоций и указать на признаки определения эмоции.

Испытуемый Антон Б., выполняя данную методику, при предъявлении картинки, где девочка испытывает гнев, сказал, что девочка проявляет злость, и объяснил это следующим образом: «Потому что она злая». При демонстрации картинки, где девочка чувствует страх, ученик сказал, что девочка испытывает страх, и объяснил: «Глаза такие». Это говорит о том, что ученик знает название эмоций, но не реагирует на эмоциональное состояние персонажей, не может объяснить причины возникновения эмоций и недостаточно конкретизированно называет признаки, по которым он определил эмоцию.

Изучение понимания эмоциональных состояний в рамках определенной ситуации учащимися 1-го отделения показало, что 75% младших школьников правильно определили и назвали эмоцию «радость», 83% – эмоцию «грусть», 67% – эмоцию «гнев», 17% – эмоцию «удивление», 42% – эмоцию «страх».

Результаты эксперимента продемонстрировали, что лучше младшие школьники с интеллектуальной недостаточностью узнают эмоции «грусть», «радость», «гнев» в отличие от эмоций «удивление» и «страх». Например, Алина К., выполняя данную методику, при предъявлении картинки, где девочка испытывает грусть от того, что бабушка уезжает, сказала, что девочка чувствует грусть, и объяснила это следующим образом: «Девочка грустит по бабушке, потому что бабушка уезжает. Девочка взяла собаку, машет, плачет». При показе картинки, где мальчик испытывает гнев и бросает в собаку камень, девочка изобразила злость и сказала, что мальчик испытывает злость, и объяснила: «Он убивает собачку. Нельзя убивать собак». Таким обра-

зом, ученица знает название эмоций, реагирует на эмоциональное состояние персонажей, выражает свое эмоциональное отношение к ситуации, называет вариант причины возникновения эмоций, но не указывает, по каким признакам она определила эмоцию.

Игорь Р., при предъявлении картинки, где девочка испытывает удивление от того, что увидела слона, сказал, что девочка удивительная, и объяснил это следующим образом: «Девочка увидела слона». При демонстрации картинки, где мальчик испытывает страх от того, что увидел чью-то тень, Игорь изобразил мимикой грусть и сказал, что мальчик плачет, и объяснил это так: «Он грустный, потому что он видит кого-то». Данный пример говорит о том, что ученик знает название эмоций, реагирует на эмоциональное состояние персонажей, называет варианты причины возникновения эмоций, но не объясняет, по каким признакам он определил эмоцию. Подобный пример также указывает на то, что испытуемый не знает, какая эмоция проявляется в той или иной ситуации, неправильно употребляет прилагательное, обозначающее эмоцию, при определении эмоции склонен использовать собственный жизненный опыт.

Как видно из полученных результатов, большинство детей 1-го отделения вспомогательной школы правильно понимают эмоциональные состояния человека по мимике и в рамках определенной ситуации. Дети данной категории лучше выявили эмоциональные состояния в рамках определенной ситуации, чем по мимике человека. Изучение понимания эмоционального состояния человека по мимике учащимися 2-го отделения показало, что 40% учеников правильно назвали эмоцию «радость», 20% – эмоцию «грусть», 20% – эмоцию «страх», 40% – эмоцию «гнев».

Лучше школьники 2-го отделения узнают эмоции «радость» и «гнев» в отличие от эмоций «грусть» и «страх». Например, Андрей Ф. при предъявлении картинки, где девочка испытывает радость, сказал, что девочка чувствует радость, и объяснил это: «Улыбается». При демонстрации картинки, где девочка проявляет гнев, испытуемый заметил, что девочка чувствует злость, и объяснил это следующим образом: «Она такая». Этот пример говорит о том, что ученик знает название эмоций, однако не реагирует на эмоциональное состояние персонажей, не называет варианты причины возникновения эмоций, не объясняет, по каким признакам он определил эмоцию.

Дима К. при демонстрации картинки, где девочка испытывает страх, сказал, что девочка проявляет грусть, и объяснил это следующим образом: «Бабушке помогает, в магазин пошла». При демонстрации

картинки, где девочка чувствует грусть, Дима отметил, что девочка испытывает злость, и объяснил: «Ей плохо». Таким образом, ученик знает название эмоций, но не соотносит их с соответствующим эмоциональным состоянием, называет возможный вариант причины возникновения эмоций, но не объясняет, по каким признакам он определил эмоцию. Мальчик не умеет дифференцировать эмоции, правильно называть причины эмоциональных состояний, при определении эмоции использует жизненный опыт, не всегда может адекватно объяснить свой ответ.

Изучение понимания эмоциональных состояний в рамках определенной ситуации учащимися 2-го отделения показало: 40% учащихся правильно определили и назвали эмоцию «радость», 20% – эмоцию «грусть», 40% – эмоцию «гнев», 0% – эмоцию «удивление», 0% – эмоцию «страх». Например, Таня С., выполняя данную методику, при демонстрации картинки, где мальчик чувствует радость от получения хороших оценок в школе, улыбнулась и сказала, что мальчик ощущает радость, так как он идет в школу и бабушка радостная. При демонстрации картинки, где мальчик испытывает гнев и бросает в собаку камень, девочка сказала, что мальчик злится, и объяснила это следующим образом: «Камень, мальчик злой». Это яркий пример того, что ученица знает название эмоций, не реагирует на эмоциональное состояние персонажей, называет вариант причины возникновения эмоций, но не указывает, по каким признакам она определила эмоцию. Респондент в некоторых случаях описывает лишь ситуацию, не всегда может обозначить словом соответствующую эмоцию, но понимает, что чувствует персонаж.

Саша П. при предъявлении картинки, где девочка испытывает удивление от того, что увидела слона, сказал, что видит машинку и настроение плохое, грустное, и объяснил: «Он едет на машине». При демонстрации картинки, где мальчик чувствует страх от того, что увидел чью-то тень, Саша сказал, что мальчик грустит, и

объяснил это следующим образом: «У него грусть». Это свидетельство того, что ученик знает название эмоций, но не соотносит их с соответствующим эмоциональным состоянием, не реагирует на ситуацию, не называет причины возникновения эмоций, не объясняет, по каким признакам определил эмоцию. Респондент также не может определить, какая эмоция проявляется в той или иной ситуации, не понимает смысл ситуации, при ответе использует жизненный опыт, не может адекватно объяснить свой ответ.

Из полученных результатов видно, что большинство учащихся 2-го отделения вспомогательной школы неправильно понимают эмоциональные состояния, как по мимике человека, так и в рамках определенной ситуации. Вместе с тем, учащиеся 2-го отделения лучше определили эмоциональные состояния по мимике человека, чем в рамках определенной ситуации.

Сравнительный анализ понимания эмоциональных состояний по мимике человека и в рамках определенной ситуации учащимися 1-го и 2-го отделения вспомогательной школы показал, что учащиеся 1-го отделения вспомогательной школы лучше понимают эмоциональные состояния, чем учащиеся 2-го отделения (рис. 1–2).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием G критерия знаков. Так как критическое значение  $G = 3$  (при  $p = 0,01$ ), а значение эмпирического значения  $G = 2,5$ , то, согласно формуле  $G_{эмп} \leq G_{кр}$ , полученные данные могут считаться статистически достоверными [7].

Качественная интерпретация результатов исследования показала, что у учащихся 1-го отделения вспомогательной школы непонимание эмоций в большинстве случаев связано с незнанием того, какая эмоция проявляется в той или иной ситуации, а у детей 2-го отделения – с незнанием того, какая эмоция проявляется в той или иной ситуации и с непониманием смысла самой ситуации.

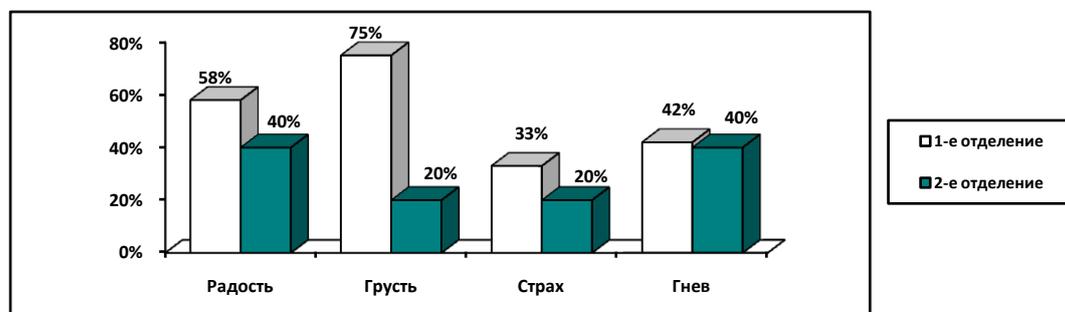


Рис. 1. Сравнительный анализ понимания школьниками 1-го и 2-го отделения эмоциональных состояний по мимике человека.

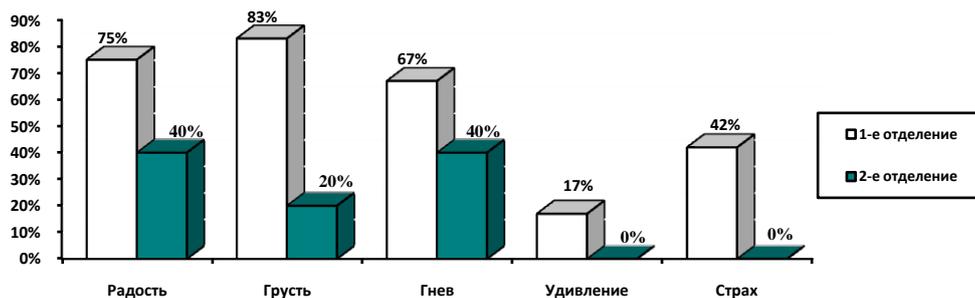


Рис. 2. Сравнительный анализ понимания школьниками 1-го и 2-го отделения эмоциональных состояний в рамках определенной ситуации.

Исходя из полученных результатов, нами была выделена специфика понимания эмоциональных состояний младшими школьниками 1-го отделения: знают названия эмоций; не всегда могут определить, какая эмоция проявляется в той или иной ситуации; при определении эмоций склонны использовать собственный жизненный опыт; эмоционально реагируют, демонстрируют эмоции; в некоторых ситуациях не умеют дифференцировать эмоции.

**Заключение.** Эмоциональная сфера младших школьников с интеллектуальной недостаточностью характеризуется незрелостью и существенным недоразвитием, которое связано преимущественно с недостаточной сформированностью произвольных психических процессов. В ряде случаев возникающие у школьников эмоции недостаточно дифференцированы, неадекватны оказываемым на них внешним воздействиям. Специфические особенности мыслительной деятельности ребенка с интеллектуальной недостаточностью и незрелость, примитивность мотивационно-потребностной сферы тормозят формирование высших чувств (нравственных, эстетических, гностических).

Исходя из полученных в результате анализа психолого-педагогической литературы и констатирующего эксперимента данных, становится очевидной необходимость совершенствования системы эмоционального воспитания учащихся с интеллектуальной недостаточностью. В рамках продолжения научного исследования нами начата разработка коррекционно-развивающей программы, направленной на развитие эмоциональной сферы учащихся с интеллектуальной недостаточностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинштейн, С.Я. Психология умственно отсталого школьника: учеб. пособие для студ. пед. ин-тов по спец. № 2111 «Дефекто-

логия» / С.Я. Рубинштейн. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1986. – 192 с.  
 2. Кузнецова, Л.В. Основы специальной психологии: учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений / Л.В. Кузнецова, У.И. Переслени, Л.И. Солнцева [и др.]; под ред. Л.В. Кузнецовой. – М.: Академия, 2003. – 480 с.  
 3. Петрова, В.Г. Психология умственно отсталых школьников: учеб. пособие / В.Г. Петрова, И.В. Белякова. – М.: Академия, 2004. – 160 с.  
 4. Никуленко, Т.Г. Коррекционная педагогика: учеб. пособие / Т.Г. Никуленко. – Ростов н/Д: Изд-во Феникс, 2006. – 381 с.  
 5. Боровик, О.В. Практический материал для проведения психолого-педагогического обследования детей: пособие для психолого-педагогических комиссий / О.В. Боровик, С.Д. Забрамная. – М.: Гуманит. изд. ВЛАДОС, 2008. – 32 с.; 115 карт.  
 6. Фесюкова, Л.Б. Чувства. Эмоции. Комплект наглядных пособий для дошкольных учреждений и начальной школы / Л.Б. Фесюкова. – Х.: Из-во «Ранок», 2007. – 20 отдельных листов.  
 7. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – СПб.: ООО Речь, 2001. – 350 с.

REFERENCES

1. Rubinstein S.J. *Psikhologiya umstvenno otstalogo shkolnika: ucheb. posobiye dlia studentov ped. in-tov* [Psychology of the Mentally Retarded Pupil: Manual for Pedagogical University Students], M., Prosveshcheniye, 1986, 192 p.  
 2. Kuznetsova L.V., Peresleni U.I., Solntseva L.I. *Osnovi spetsialnoi psikhologii: ucheb. posobiye dlia stud. sred. ped. ucheb. zavedenii* [Fundamentals of Special Psychology: Textbook for Students of Secondary Pedagogical Educational Institutions], M., Akademiya, 2003, 480 p.  
 3. Petrova V.G., Belyakova I.V. *Psikhologiya umstvenno otstalikh shkolnikov: ucheb. posobiye* [Psychology of Mentally Retarded Students: Textbook], M., Akademiya, 2004, 160 p.  
 4. Nikulenko T.G. *Korreksionnaya pedagogika: ucheb. posobiye* [Correctional Education: Manual], Rostov n/D., izd-vo Feniks, 2006, 381 p.  
 5. Borovik O.V., Zabramnaya S.D. *Prakticheskii material dlia provedeniya psikhologo-pedagogicheskogo obsledovaniya detei: posobiye dlia psikhologo-pedagogicheskikh komissii* [Practical Material for Psychological-Pedagogical Examination of Children: A guide for Psychological and Pedagogical Commissions], M.: Gumanit. Izd. VLADOS, 2008, 32 p.  
 6. Fesyukova L.B. *Chuvstva. Emotsii. Komplekt nagliadnykh posobii dlia doshkolnykh uchrezhdenii i nachalnoi shkoly* [Feelings. Emotions. Set of Visual Aids for Preschool and Elementary School], Kh., uzd-vo Ranok, 2007, 20 Sheets.  
 7. Sidorenko E.V. *Metodi matematicheskoi obrabotki v psikhologii* [Mathematical Methods in Psychology], SPb., OOO Rech, 2001, 350 p.

Поступила в редакцию 18.06.2015  
 Адрес для корреспонденции: e-mail: vit.conf@tut.by – Бумаженко Н.И.

УДК 159.923:378.147

## Функциональные особенности кардио-респираторной системы пловцов с нарушением зрения и поражением опорно-двигательного аппарата

И.Е. Попова, Т.П. Бегидова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Воронежский государственный институт физической культуры» (Россия)

*Вопросы функционального состояния организма лиц с ограниченными возможностями здоровья, занимающихся спортом, до сих пор недостаточно изучены.*

*Цель статьи – выявление влияния занятий плаванием на кардио-респираторную систему лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата и зрения.*

**Материал и методы.** При проведении исследования изучались параметры дыхания и кровообращения спортсменов с нарушением зрения и поражением опорно-двигательного аппарата, занимающихся плаванием в Воронежской областной специализированной детско-юношеской спортивной школе олимпийского резерва инвалидов.

**Результаты и их обсуждение.** Рассматривается применение методов исследования функционального состояния организма пловцов с инвалидностью при проведении врачебно-педагогического контроля в процессе тренировочных занятий. Учитывая полученные результаты, тренеры, совместно с научными работниками, планируют нагрузку в тренировочном процессе, что способствует росту спортивных достижений и, в конечном итоге, комплексной реабилитации пловцов.

**Заключение.** Занятия плаванием спортсменов с нарушением зрения и поражением опорно-двигательного аппарата способствуют развитию и функциональному совершенствованию кардио-респираторной системы, активизируя обмен веществ в организме, что влияет на процесс их реабилитации.

**Ключевые слова:** адаптивный спорт, комплексная реабилитация, функциональное состояние организма, ограниченные возможности здоровья.

## Functional Features of Cardio Respiratory System of Swimmers with Visual Impairment and Failures of the Muscular Skeletal System

I.E. Popova, T.P. Begidova

Voronezh State Institute of Physical Culture (Russia)

*Issues of functional body status of disabled people involved in sports, are still not sufficiently studied.*

*The purpose of the article is the identification of the influence of swimming on the cardio-respiratory system of individuals with the violation of the muscular skeletal system and eyesight.*

**Material and methods.** The study examined the parameters of respiration and blood circulation of athletes with visual impairment and failure of the muscular skeletal system, who go swimming in the Voronezh Regional Specialized Youth Sports School of the Olympic Reserve of the disabled people.

**Findings and their discussion.** The article considers the use of methods of investigation of the functional state of the disabled swimmers during the medical-pedagogical control at training sessions. Being given these results, the coaches, together with the scientists, plan the training process load, that promotes sporting achievements and, ultimately, complex rehabilitation of the athletes.

**Conclusion.** Swimming helps athletes with visual impairment and failure of the muscular skeletal system to develop and functionally improve their cardio-respiratory system, activating the body metabolism, which affects the process of their rehabilitation.

**Key words:** adaptive sports, complex rehabilitation, the functional state of the organism, disabilities.

Изыскание проводится в соответствии с заданием Министерства спорта Российской Федерации на 2015–2017 гг. на выполнение научно-исследовательской работы «Совершенствование системы управления и механизмов правового регулирования в адаптивной физической культуре

и спорте для создания условий комплексной реабилитации и социальной интеграции инвалидов, лиц с отклонениями в состоянии здоровья средствами спортивной подготовки».

Поиск путей повышения качества жизни лиц с ограниченными возможностями здоровья явля-

ется актуальным. Для решения данной задачи необходимы комплексные научные исследования в области медицины, педагогики, физической культуры и спорта [1].

Среди функциональных нарушений значительное место занимают патологии опорно-двигательного аппарата и зрения, которые приводят к ряду отклонений: в вестибулярном аппарате, дискоординации движений. Ограничение двигательной активности негативно отражается на функционировании систем жизнеобеспечения организма, в частности, на кардио-респираторной. Ухудшается кровообращение организма, что ведет к развитию вторичных патологий [2].

Обнаружена эффективность занятий плаванием в реабилитации лиц с отклонениями в состоянии здоровья [3]. Водная среда, обеспечивая через тактильные, температурные, мышечные и другие рецепторы мощное стимулирующее воздействие, оказывает положительное влияние на процесс физической реабилитации [4].

Известно, что функциональное состояние спортсмена и его резервные возможности адекватно отражает кардио-респираторная система [5–6]. По этой причине целью статьи явилось изучение влияния плавания на кардио-респираторную систему лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата и зрения.

**Материал и методы.** Объект исследования – пловцы в возрасте от 13 до 21 года, которые по характеру функциональных нарушений были разделены на две группы. Первую составили испытуемые, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, вторую – зрительного анализатора.

Функцию внешнего дыхания оценивали при помощи спирометра нового поколения – Spirolab III Оху. Анализ полученных результатов проводили по следующим параметрам: форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ, л); жизненной емкости легких (ЖЕЛ, л); дыхательному объему (ДО, л); частоте дыхания (ЧД, вдохов/мин); объему форсированного выдоха 25% и 75% ФЖЕЛ (ОФВ 25/75, л/с); объему форсированного выдоха 25% ФЖЕЛ (ОФВ 25, л/с); объему форсированного выдоха 50% ФЖЕЛ (ОФВ 50, л/с); объему форсированного выдоха 75% ФЖЕЛ (ОФВ 75, л/с); максимальной вентиляции легких (МВЛ, л/мин).

Интенсивность центрального и периферического кровообращения изучали методом реографии при помощи аппаратно-программного комплекса экспресс-оценки и мониторинга параметров гемодинамики на основе тетраполяри-

ной реографии и на базе персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением (реоанализатор КМ-АР-01, Санкт-Петербург, Россия).

Оценку периферического кровообращения осуществляли при помощи методики реовазографии. Региональное кровообращение определяли по следующим параметрам: амплитуде реограммы (АРГ, ом); средней скорости наполнения артериальных сосудов ( $V_{ср}$ , Ом/с); количеству крови, поступающей в 100 см<sup>3</sup> ткани за 1 минуту ( $V_{q100}$ , мл/мин); количеству крови, поступающей в 100 см<sup>3</sup> ткани за 1 сердечное сокращение ( $V_{s100}$ , мл/мин); реографическому систолическому индексу (РИ, у.е.); максимальной скорости быстрого наполнения ( $V_m$ , Ом/с); диастолическому индексу – артериальному (ДКИа, %); коэффициенту венозного оттока (КВО, %); коэффициенту эластичности (КЭ, у.е.).

Центральную гемодинамику оценивали при помощи методики интегральной реографии тела. Анализ полученных данных осуществляли при помощи показателей: минутного объема крови (МОК, л/мин), сердечного индекса (СИ, м<sup>2</sup>(л×мин<sup>-1</sup>×м<sup>2</sup>), ударного объема крови (УОК, мл) и ударного индекса (УИ, мл×м<sup>-2</sup>).

Полученные материалы обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с оценкой достоверности различных эмпирических выводов по *t*-критерию Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Исследование функционального состояния пловцов осуществлялось дважды – в 2012 г. и 2014 г. на базе научно-исследовательской лаборатории ВГИФК.

Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы изучали центральную гемодинамику пловцов с нарушением ОДА и зрения. Установлено повышение величин УОК и МОК испытуемых в процессе занятий плаванием (табл. 1), что обусловлено увеличением конечно-диастолического объема полости сердца и массы миокарда левого желудочка, в результате чего увеличивается сердечный выброс.

Зарегистрировано небольшое снижение ЧСС в динамике занятий плаванием, что обусловлено экономичностью работы сердца, так как его энергетические запросы, кровоснабжение и потребление кислорода увеличиваются тем больше, чем выше ЧСС.

Установленное повышение значений минутного объема кровотока связано, в первую очередь, с существенным приростом ударного объема крови, так как ЧСС уменьшается (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели центральной гемодинамики подростков, имеющих нарушения зрения и ДЦП,  
в динамике занятий плаванием**

Параметры	Нарушения зрения		Поражение ОДА	
	Начало эксперимента	Конец эксперимента	Начало эксперимента	Конец эксперимента
ЧСС, уд/мин	83±3,26	60,16±5,71	87±5,7	65±2,9
УОК, мл	65±7,21	80±5,36	59±5,7	82±3,9
УИ, мл×м <sup>2</sup>	31±5,21	43,83±2,27	29±1,7	45±7,1
МОК, л/мин	4,07±0,78	6,1±0,83	3,5±0,9	5,9±1,2
СИ, м <sup>2</sup> (л×мин <sup>-1</sup> ×м <sup>2</sup> )	2,5±0,74	3,55±0,44	2,3±0,3	3,1±0,2

Таблица 2

**Параметры реовазографии верхних конечностей лиц, имеющих нарушения зрения (1)  
и ОДА (2), в динамике занятий плаванием**

Показатели	Начало эксперимента				Конец эксперимента			
	Предплечье левое		Предплечье правое		Предплечье левое		Предплечье правое	
	1	2	1	2	1	2	1	2
АРГ, Ом	0,07± 0,03	0,05± 0,01	0,06± 0,02	0,03± 0,02	0,14± 0,03	0,13± 0,01	0,14± 0,03	0,12± 0,01
Vcp, Ом/с	0,23± 0,06	0,25± 0,05	0,23± 0,06	0,21± 0,04	1,21± 0,40	1,20± 0,20	1,27± 0,29	1,19± 0,17
Vm, Ом/с	0,12± 0,03	0,09± 0,05	0,12± 0,03	0,08± 0,02	0,64± 0,42	0,57± 0,31	0,61± 0,18	0,55± 0,08
Vq100, мл/мин	7,43± 2,94	8,13± 1,71	6,76± 2,26	6,13± 2,91	12,99± 2,66	9,99± 2,17	11,84± 1,50	9,99± 1,30
Vs100, мл/мин	0,09± 0,04	0,08± 0,03	0,12± 0,03	0,07± 0,05	0,21± 0,04	0,19± 0,02	0,23± 0,04	0,20± 0,02
РИ, у.е.	0,98± 0,21	0,91± 0,23	0,87± 0,20	0,92± 0,13	1,36± 0,31	1,29± 0,21	1,45± 0,30	1,25± 0,19
ДКИа, %	40,30± 3,9	42,30± 1,9	43,90± 2,1	41,30± 2,9	47,70± 3,5	45,70± 2,7	42,20± 7,4	43,20± 7,4
КВО, %	20,00± 7,9	25,00± 5,9	27,20± 5,5	27,00± 3,7	7,14± 3,5	9,12± 1,5	10,50± 5,4	9,50± 2,4
КЭ, у.е.	2,30± 0,6	2,70± 0,3	2,30± 0,6	2,570± 0,5	9,10± 4,0	8,32± 2,7	8,70± 2,9	8,50± 1,9

Таблица 3

**Параметры реовазографии нижних конечностей лиц, имеющих нарушения зрения (1)  
и ОДА (2), в динамике занятий плаванием**

Показатели	Начало эксперимента				Конец эксперимента			
	Голень левая		Голень правая		Голень левая		Голень правая	
	1	2	1	2	1	2	1	2
АРГ, Ом	0,06± 0,02	0,05± 0,01	0,05± 0,03	0,05± 0,01	0,11± 0,02	0,09± 0,03	0,12± 0,04	0,10± 0,03
Vcp, Ом/с	0,25± 0,07	0,19± 0,03	0,30± 0,14	0,21± 0,09	1,52± 0,42	1,57± 0,19	1,50± 0,40	1,53± 0,20

V <sub>m</sub> , Ом/с	0,13± 0,03	0,10± 0,01	0,15± 0,06	0,11± 0,02	0,73± 0,19	0,63± 0,19	0,72± 0,20	0,62± 0,50
V <sub>q</sub> 100, мл/мин	8,14± 3,68	7,91± 2,19	9,38± 2,20	8,19± 1,20	16,58± 2,70	15,18± 1,90	16,32± 1,72	14,89± 1,37
V <sub>s</sub> 100, мл/мин	0,14± 0,05	0,12± 0,02	0,11± 0,06	0,13± 0,05	0,30± 0,05	0,27± 0,03	0,29± 0,06	0,25± 0,02
РИ, у.е.	1,10± 0,07	1,00± 0,03	0,98± 0,09	0,97± 0,03	1,50± 0,13	1,50± 0,09	1,48± 0,09	1,47± 0,05
ДКИа, %	48,40± 12,20	41,90± 8,30	43,40± 12,10	42,70± 7,90	47,50± 12,20	45,50± 9,10	48,20± 12,70	47,10± 7,90
КВО, %	23,20± 5,30	25,10± 1,30	26,70± 6,10	23,07± 3,70	9,30± 3,60	11,90± 2,60	11,20± 5,20	13,20± 2,90
КЭ	2,50± 0,70	3,10± 0,50	3,00± 1,40	3,00± 1,40	10,0± 4,30	9,00± 1,90	12,00± 4,00	8,0± 1,97

С целью устранения ошибки во взаимосвязи МОК и УОК с телосложением и ростом человека нами проведен анализ удельных показателей, приведенных к единице поверхности тела – УИ и СИ. В результате исследований установлено, что УИ и СИ пловцов (табл. 1), имеющих нарушения ОДА и зрения, также возрастают в динамике тренировочного процесса. Это указывает на повышение разовой производительности сердца и интенсивности кровоснабжения организма испытуемых.

Полученные нами данные можно объяснить тем, что в результате занятий плаванием увеличиваются масса миокарда и объемы полостей сердца, изменяются соотношение его отделов и положение в грудной клетке, совершенствуется вегетативная регуляция системы кровообращения, идет дальнейшее развитие структур сердца и сосудов. Необходимо также отметить, что у лиц с нарушением ОДА и зрения в динамике тренировок отмечалась тенденция к проявлению черт рационализации ритма и других параметров сердца. В частности, увеличение МОК сопровождалось ростом значений УО при снижении ЧСС. Косвенно это свидетельствует о том, что предлагаемая на занятиях физическая нагрузка была непредельной и имела оздоровительный характер.

Сравнительный анализ основных параметров интенсивности артериального кровотока предплечья и голени испытуемых позволил установить повышение объемного кровенаполнения и более интенсивный артериальный кровоток в сегментах нижних и верхних конечностей в динамике занятий плаванием. На это указывает статистически достоверное различие в величинах АРГ, РИ голени и предплечья (табл. 2–3). Установленный факт может явиться следствием увеличения диаметра, проходимости, тонуса сосудов и повышения сердечного выброса под влия-

нием спортивных нагрузок.

Показано снижение тонуса крупных, средних и мелких артерий голени и предплечья в результате занятий плаванием, на что указывает увеличение значений величин V<sub>ср</sub>, V<sub>max</sub> исследуемых сегментов нижних и верхних конечностей (табл. 2–3). Наряду с этим выявлено повышение состояния эластичности артерий в конце эксперимента, о чем свидетельствует увеличение значений параметров КЭ (табл. 2–3). Вероятно, изменение тонуса и повышение эластичности артериальных сосудов способствуют обеспечению лучшего притока крови к мышцам конечностей.

Показано, что периферическое сопротивление сосудов и сосудистый тонус на уровне прекапилляров голени и предплечья в динамике занятий плаванием сходны. Об этом свидетельствует отсутствие статистически значимых отличий в значениях величин ДКИа (табл. 2–3). Известно, что механизмами местной регуляции кровотока обладает система органных микрососудов, обеспечивающая в организме микроциркуляцию крови. Одними из составляющих микроциркуляторного русла являются прекапилляры. Поэтому их сходное периферическое сопротивление и тонус позволяют в равной степени осуществлять трофику мышц, активно участвующих в выполнении физических нагрузок. Сосуды магистрального типа при этом выполняют лишь общую задачу в кровообращении – распределение крови в организме между органами и не обладают способностью регулировать взаимодействие крови и паренхимы органов.

Выявлено различие в организации венозного оттока в нижних и верхних конечностях под влиянием физических нагрузок. На это указывают величины КВО (табл. 2–3).

**Параметры внешнего дыхания лиц с нарушением зрения (1) и ОДА (2)  
в динамике занятий плаванием**

Параметры	Начало эксперимента		Конец эксперимента	
	1	2	1	2
ЖЕЛ, л	3,27±0,61	2,79±0,78	4,74±0,57	4,27±0,37
ФЖЕЛ, л	2,97±0,29	2,51±0,17	3,59±0,86	3,79±0,71
ДО, л	3,33±0,69	3,12±0,27	4,05±0,46	3,99±0,78
ЧД, вдохов/мин	27,40±1,81	25,40±2,97	15,72±2,65	17,72±2,31
МВЛ, л/мин	87,00±28,32	91,01±18,19	187,48±17,50	191,48±13,91
ОФВ <sub>25/75</sub>	80,12±3,79	75,19±5,98	119,01±5,17	109,19±9,17
ОФВ <sub>25</sub>	65,91±6,21	61,19±2,19	81,09±5,21	87,29±7,12
ОФВ <sub>50</sub>	79,12±7,27	81,21±5,78	97,12±3,98	99,29±3,98
ОФВ <sub>75</sub>	87,17±5,89	81,98±7,12	112,87±7,17	119,21±2,97

Снижение данного параметра свидетельствует об облегчении возвратного кровоснабжения в ответ на зарегистрированное нами увеличение артериального притока и объемного кровенаполнения голени и предплечья под влиянием занятий плаванием.

При исследовании внешнего дыхания установлено увеличение значений ЖЕЛ лиц с нарушением зрения и ОДА в динамике занятий плаванием (табл. 4), что свидетельствует о повышении площади дыхательной поверхности легких, на которой происходит газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров.

В динамике занятий плаванием повышается значение дыхательного объема. При этом статистически достоверно снижается частота дыхания (табл. 4). Это указывает на развитие адаптационных изменений респираторной системы лиц с нарушением зрения и ОДА к плаванию, которые улучшают резервные возможности кардио-респираторной системы.

Значения параметра МВЛ в конце эксперимента увеличиваются относительно его начала (табл. 4), что способствует повышению дыхательного резерва и улучшению состояния дыхательных мышц.

С целью изучения объемной скорости воздуха при спокойном или форсированном дыхании применяли метод пневмотахометрии. Установлено, что индекс Тиффно в начале эксперимента превышает таковой в конце (табл. 4), что свидетельствует об увеличении просвета проксимальных отделов дыхательных путей в динамике занятий плаванием.

Анализ объемно-скоростных показателей, описывающих петлю «поток-объем», позволил установить, что в начале эксперимента парамет-

ры, характеризующие первую половину форсированного выдоха (ФОВ<sub>25</sub>), и показатель второй половины дыхательного маневра (ФОВ<sub>25/75</sub>) выше, чем в конце исследования (табл. 4). Это указывает на лучшую проходимость проксимальных и дистальных отделов дыхательных путей, вероятно, вследствие увеличения эластической ретракции легких, в результате чего возможны улучшение доставки кислорода в организм и повышение работоспособности испытуемых.

**Заключение.** Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что занятия плаванием способствуют развитию и функциональному совершенствованию кардио-респираторной системы спортсменов с нарушением зрения и ОДА. В результате этого ускоряется транспорт крови, насыщенной кислородом, к периферическим участкам тела и внутренним органам, содействуя активизации общего обмена веществ.

Плавание оказывает содействие улучшению кровенаполнения сосудов, снижению тонуса крупных и средних артерий, преобладанию тонуса артериолл и капилляров, увеличению резервных возможностей дыхательного аппарата, снижению степени напряжения регуляторных механизмов для поддержания гомеостаза, отсутствию феномена кумулятивного утомления под влиянием тренировочных нагрузок у подростков с нарушением зрения и поражением ОДА.

Механизм положительного воздействия плавания на органы дыхания заключается в активной тренировке дыхательной мускулатуры, увеличении подвижности грудной клетки, легочной вентиляции, жизненной емкости легких, потребления кислорода кровью. При плавании в дыхании участвуют отдаленные участки легких, в результате чего исключаются застойные явления в них [7].

Регулярные занятия плаванием способствуют реабилитации лиц с ограниченными физическими возможностями.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. Бондарь, В.И. Реабилитация детей-инвалидов – общегосударственная проблема / В.И. Бондарь // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1996. – № 2. – С. 44–46.
2. Лечебная физическая культура в системе медицинской реабилитации: руководство для врачей / под ред. А.Ф. Каптелина и соавт. – М.: Медицина, 1995. – 399 с.
3. Анфилатова, О.В. Методика непрерывного адаптивного физического воспитания детей старшего дошкольного возраста с нарушением зрения / О.В. Анфилатова // Физическая культура. – 2005. – № 2. – С. 50–52.
4. Курдыбайло, С.Ф. Плавание как средство двигательной реабилитации инвалидов после ампутации конечностей / С.Ф. Курдыбайло, В.Г. Богатых // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 1. – С. 48–51.
5. Ванюшин, Ю.С. Адаптация сердечной деятельности подростков к нагрузке повышающейся мощности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдигов // Физиология человека. – 2001. –

Т. 27. – № 2. – С. 91–97.

6. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб.: «Гиппократ», 1995. – 447 с.
7. Гайцхоки, Д. Плавание против ДЦП / Гайцхоки Д. // Физкультура и спорт. – 1992. – № 4. – С. 17–21.

*REFERENCES*

1. Bondar V.I. *Voprosi kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kulturi* [Issues of Health Resort Care, Physiotherapy and Therapeutic Physical Training], 1996, 2, pp. 44–46.
2. Kaptelin A.F. *Lechebnaya fizicheskaya kultura v sisteme meditsinskoi reabilitatsii: Rukovodstvo dlia vrachei* [Therapeutic Physical Training in the System of Medical Rehabilitation]. M., Meditsina, 1995, 399 p.
3. Anfilatova O.V. *Fizicheskaya kultura* [Physical Culture], 2005, 2, pp. 50–52.
4. Kurdybailo S.F., Bogatikh V.G. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Culture], 1998, 1, pp. 48–51.
5. Vaniushin Yu.S., Sitdikiv F.G. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Man], 2001, 27(2), pp. 91–97.
6. Zemtsovski E.V. *Sportivnaya kardiologiya* [Sport Cardiology], SPb., Gippokrat, 1995, 447 p.
7. Gaitskhoki D. *Fizkultura i sport* [Physical Training and Sport], 1992, 4, pp. 17–21.

*Поступила в редакцию 26.05.2015*  
 Адрес для корреспонденции: e-mail: begidova@yandex.ru – Бегидова Т.П.

УДК 378.147:001.891

# Понятийная культура в системе факторов становления исследовательской компетентности у студентов и магистрантов педагогических специальностей университета

**В.И. Турковский**

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

*В статье показана значимость формирования исследовательской компетентности у студентов и магистрантов и раскрыта системообразующая роль понятийной культуры в подготовке современного учителя.*

*Цель – выявление системы факторов, обеспечивающих развитие понятийной культуры личности и раскрытие характера их взаимодействия с многоплановыми процессами подготовки будущих учителей-исследователей.*

**Материал и методы.** *Применялись методы эмпирического (изучение и обобщение педагогического опыта, анализ и оценка результатов подготовки педагогов) и теоретического (моделирование, сравнительно-теоретический анализ, педагогическое прогнозирование) исследования.*

**Результаты и их обсуждение.** *Раскрыты теоретико-методические подходы, способствующие целенаправленному формированию понятийной культуры у студентов. Эффективность ее становления и развития определяется осуществлением данного процесса на основе непрерывного профессионального педагогического развития личности, осуществляемого во взаимодействии с формированием у будущего учителя научно-педагогической компетентности.*

**Заключение.** *Эффективность познания и преобразования современной образовательной среды школ, гимназий и лицеев определяется сформированностью у учителей не только профессиональных педагогических, но и исследовательских компетенций. Интегрирующей основой целенаправленного взаимодействия этих процессов выступает непрерывное развитие понятийной культуры личности. Динамика ее развития обусловлена психофизиологическими, индивидуальными, возрастными факторами, системностью педагогического опыта учителей и их постоянным профессиональным самосовершенствованием.*

**Ключевые слова:** *понятийная культура, педагогическая компетентность, исследовательская компетентность, профессиональное педагогическое развитие, образовательная среда, потенциал личности.*

# Conceptual Culture in the System of Factors Shaping Would Be Teacher Student and Master's Degree Student Research Competence

**V.I. Turkovski**

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

*The article shows the importance of shaping research competence of students and undergraduates; conceptual backbone role of culture in the training of contemporary teacher-researcher is disclosed.*

*The aim of work is to identify system factors that ensure the development of conceptual culture of a person and the disclosure of the nature of their interaction with multidimensional processes of would be teachers-researchers.*

**Material and methods.** *The material of the research is course and diploma papers, master's dissertations, normative and legal documents of the Ministry of Education. The methods of data collection, of interpretation and evaluation, forecasting and modeling are applied.*

**Findings and their discussion.** *Theoretical and methodological approaches, which promote purposeful shaping of would be teacher conceptual culture, are revealed. The effectiveness of its formation and development is determined by the following conditions: the implementation of this process on the basis of continuous professional teaching development of personality; continuous interaction with constant development of research competence of would be teachers.*

**Conclusion.** *The effectiveness of knowledge and transformation of contemporary secondary educational schools, gymnasiums and lyceums environment is determined by the readiness of not only teachers' professional but also research competencies. Integrating basis of purposeful interaction of these processes is supported by the continuous development of conceptual culture. The dynamics of its development is determined by physiological, individual, age-related factors, teaching experience and constant professional improvement of teachers.*

**Key words:** *conceptual culture, pedagogical competence, research competence, professional teacher development, educational environment, the potential of the individual.*

**М**ногофакторность общественных процессов, а также несовпадение тенденций и темпов развития различных сфер экономической и духовной жизни нашей страны требуют непрерывного изменения содержания, средств, методов и форм реализации учителями и преподавателями своей социальной миссии. Очевидно, что динамично изменяющийся мир обуславливает значимость для современного учителя целенаправленного научного познания и продуктивного преобразования педагогической действительности, что определяется непрерывным развитием у учителя просоциальных личностно-профессиональных ценностей. Готовность учителя использовать в образовательно-воспитательном процессе исследовательский подход, эвристические и творческие методы базируется на непрерывно развиваемой исследовательской компетентности.

Цель статьи – определить сущность и содержание понятийной культуры и исследовательской компетентности личности. Раскрыть динамику формирования понятийной культуры в системе факторов профессионального педагогического развития и становления научно-педагогической компетентности у будущего учителя.

**Материал и методы.** Материалами для проведения исследования явились курсовые и дипломные работы студентов и выпускников университета (1 ступень высшего образования) и магистерские диссертации (2 ступень высшего образования); нормативно-правовые документы Министерства образования Республики Беларусь; научно-методические издания Республиканского института высшей школы; научные работы по философии, педагогике и психологии. Применялись методы сбора данных (изучение результатов учебной деятельности, анализ педагогической документации и методических материалов, выявление и обобщение педагогического опыта); методы интерпретации и оценки (интерпретация собранного материала, анализ литературы, анализ понятийно-терминологических систем); прогнозирование; моделирование.

**Результаты и их обсуждение.** За время обучения в университете студент овладевает основами понятийной культуры учителя. Она для студентов выступает и перспективой, и условием, и средством, и результатом профессиональной педагогической подготовки и самосовершенствования.

Классическое определение понятия – через ближайший род и видовые отличия. Более широким по объему понятием, ближайшим родом (по отношению к понятийной культуре учителя) вы-

ступает понятие «педагогическая культура учителя». Результаты исследования И.Ф. Исаевым педагогической культуры учителя [1, с. 105–114] и родо-видовые отношения (ближайший род содержит признаки, общие с определяемым понятием) позволяют установить роль, содержание и структуру понятийной культуры учителя. Так, данный термин является универсальной характеристикой педагогической деятельности. Как системное образование понятийная культура учителя выступает в единстве структурных и функциональных компонентов. Структурные компоненты: аксиологический, технологический, личностно-творческий. Функциональные компоненты: гносеологический, гуманистический, коммуникативный, обучающий, воспитывающий, нормативно-информационный; они реализуют базовые связи между исходным состоянием структурных компонентов педагогической системы и их требуемым конечным состоянием. Видообразующее отличие понятийной культуры учителя раскрывают следующие существенные, на наш взгляд, признаки данного понятия. Оно означает достигнутый и потенциальный уровень решения личностью, во-первых, профессиональных педагогических проблем, во-вторых, проблем и затруднений, возникающих в важных для личности сферах жизнедеятельности. Это понятие является ключевой основой для системного анализа и целенаправленного преобразования учителем отдельных сфер педагогической действительности (образовательно-воспитательной, учебно-методической, научной, общественной) и их интеграции в целостные педагогические системы.

Уровень понятийной культуры и ее потенциал определяются сформированностью мышления. Оно тесно связано с другими процессами познавательной сферы (восприятием, вниманием, памятью, речью, воображением) и является ее определяющим компонентом. Для студентов и магистрантов университета ведущим фактором их профессионального развития выступает теоретическое мышление, содержательно-процессуальными основами становления и развития у студентов которого являются:

- достижение личностью высоких показателей умственного развития (богатый запас знаний, степень их системности, владение рациональными приемами умственной деятельности, устойчивость мировоззрения), проявляемых при продвижении ее по основным этапам возрастного и индивидуального развития;
- осуществление умственной деятельности на высших качественных уровнях интеллектуальной активности личности (эвристическом

и креативном), выступающих в единстве с ее познавательными и мотивационными факторами.

Системообразующей основой, обеспечивающей соответствие актуальной профессиональной подготовки будущих учителей достижениям педагогической науки, передовой практики и способствующей применению ими инновационных образовательных технологий после окончания университета, в ходе самостоятельной педагогической деятельности, выступает исследовательская компетентность. Именно учитель развивает – в течение всех лет обучения детей в школе – основы инновационной культуры и исследовательскую направленность личности будущих профессионалов, их духовно-нравственные качества.

Формирование понятийной культуры в системе факторов становления исследовательской компетентности у будущих учителей включает выявление определяющих детерминант их взаимосвязанного профессионального педагогического и научно-исследовательского развития. Важно обеспечить системное и целенаправленное взаимодействие этих детерминант, что достигается налаживанием преемственных взаимосвязей деятельности студентов с деятельностью преподавателей (с первого по выпускной курсы и после окончания университета), а также с деятельностью учителей и учащихся школ.

Следует определить организационно-педагогическую базу взаимодействия профессионального и научно-исследовательского развития будущих учителей. Она базируется на межсубъектных (коллективных и индивидуальных) взаимосвязях преподавателей и студентов, учителей школ и учащихся, что обеспечивает целенаправленность и интеграцию многоплановых деятельностей. В качестве этой основы, на наш взгляд, выступает система взаимодействия профессионально-педагогического совершенствования преподавателей университета с педагогическим становлением будущих учителей [2]. Ее создание, функционирование и развитие формируют новую целостность – развивающую (личности и коллективы) учебно-профессиональную среду университета, взаимодействующую с образовательной средой школ.

Предпосылками непрерывности процесса профессионального педагогического развития выступают сформированный у школьников интерес к профессии учителя, их исследовательские ориентации и соответствующие личностные смыслы. После окончания университета эффективное профессиональное педагогическое развитие учителей интенсифицируется целенаправленным формированием и саморазвитием иссле-

довательской направленности личности, становлением адекватного ценностного сознания и деятельности.

Ведущим фактором профессионального педагогического развития является непрерывное углубление взаимодействия личности с профессией. На этапе профилизации и выбора профессии (старшие классы школы) определяются жизненные цели, формируются субъектные качества. На этапе профессионального педагогического образования, как и на предыдущих этапах, в вышеуказанном взаимодействии доминирует личностное развитие (Э.Ф. Зеер). Оно проявляется (К.А. Абульханова-Славская, А.Н. Леонтьев, А.В. Петровский) в оптимальном взаимодействии процессов включения личности в социальные общности с реализацией ее потребности в персонализации, в развитии самоопределения, в становлении устойчивых жизненных планов и сценариев и их смещении с процессов потребления на процессы созидания. На последующих стадиях профессионального развития рассматриваемое взаимодействие связано с успешной адаптацией личности к профессиональной деятельности, удовлетворенностью трудом и его эффективностью.

Становление исследовательской компетентности выступает определяющим результатом непрерывного профессионального педагогического развития личности [3]. Однако результативность научно-педагогической деятельности в значительной степени обусловлена наличием у личности опыта успешной практической педагогической деятельности. Поэтому при выявлении содержательно-процессуальных основ подготовки студентов к научно-исследовательской деятельности следует базироваться на содержании, структуре и механизмах развития педагогической компетентности, обеспечивающих эффективное осуществление профессиональной педагогической деятельности.

Содержание педагогической компетентности, как подчеркивает В.А. Сластенин, включает тесно взаимодействующие между собой теоретическую и практическую готовности к педагогической деятельности. Основным результатом сформированности теоретической готовности выступает развитое педагогическое мышление личности, базирующееся на усвоении и непрерывном развитии систем понятий. Определяющий результат практической готовности – система практических умений, которыми личность профессионала, как указывает К.К. Платонов, овладевает в своем развитии: первоначальное умение, недостаточно умелая деятельность, отдельные общие умения, высокоразвитое умение,

мастерство. И.Ф. Харламов отмечает, что практическая готовность выступает ведущим фактором продвижения учителя по следующим основным этапам его профессионального педагогического развития: умелость, мастерство, творчество, новаторство.

Следует подчеркнуть, что основу педагогической компетентности будущих учителей составляют теоретические и практические умения и навыки, сформированные у них за время обучения в школе. Виды умений и навыков, требования к их сформированности излагаются в учебных программах школьных предметов. В научно-методическом аспекте эта проблема разрабатывалась в исследованиях ученых: примерная программа формирования общемыслительных умений и навыков школьников (В.Ф. Паламарчук, 1975); программа формирования общих умений и навыков у школьников (А.Н. Лошкарева, 1982); формирование у школьников учебных умений по физике (А.В. Усова, А.А. Бобров, 1988); формирование общеинтеллектуальных умений старшеклассников (И.И. Левина, Ф.Б. Сушкова, 2004).

Системообразующая роль понятий в становлении и развитии научного сознания и теоретического мышления будущего педагога-исследователя позволила рассматривать их в качестве одного из стержневых компонентов исследовательской компетентности. Вторым основным компонентом выступили систематизированные умения и навыки практической готовности к исследовательской деятельности.

Роль понятий в формировании исследовательской компетентности проявляется, на наш взгляд, в двух основных аспектах. Первый – в их относительно самостоятельном значении как базы для развития понятийной культуры и научного мышления будущего исследователя. Второй – в роли понятийных систем, выступающих содержательно-процессуальной основой формирования адекватных им групп компетентностей.

При определении содержания понятийных систем и соответствующих им групп компетентностей важно выявить теоретико-методические основания для построения их целостной и структурированной (по уровням, формам и типам знаний, координатам науки как деятельности) системы. В качестве этих оснований, на наш взгляд, выступают:

- вычленение в структуре методологического знания четырех уровней: философского, общенаучного, конкретно-научного, технологического (Э.Г. Юдин);
- понимание науки как особой формы знания и особой системы деятельности (М.Г. Ярошев-

ский). Знание воссоздает объект адекватно критериям научности. За знанием скрыта особая форма деятельности индивидуального и коллективного субъекта, выступающей в единстве трех координат: социальной, действующей на общесоциальном и социально-научном уровнях; когнитивной, воплощенной в логике развития науки; личностной, в которой приоритет принадлежит мотивационным факторам научного творчества;

- вычленение в педагогической психологии четырех типов психолого-педагогического знания: научно-теоретического, опытно-экспериментального, инновационно-проектного, конструктивно-технологического (Б.П. Бархаев).

Целостной системой, объединяющей понятийные системы и соответствующие им компетентности, является исследовательская компетентность как интегративное личностное образование. Она включает, как мы полагаем, шесть основных групп компетентностей: философские, общенаучные, теоретико-методологические, конкретно-научные (педагогические), компетентности в проведении педагогических исследований, методико-технологические. Становление основ исследовательской компетентности у студентов и магистрантов базируется на овладении ими содержанием теоретико-методической подготовки к проведению педагогических исследований [4]. Это содержание структурировано на тематические компоненты, каждый из которых включает: оглавление, базовые понятия, компетенции, основные положения, хрестоматийные тексты, вопросы для самоконтроля.

Значимость понятий как одного из существенных компонентов системы научного знания (наряду с научными фактами, законами, теориями, научными картинками мира), их основополагающая роль в развитии научного мировоззрения и профессионального педагогического мышления будущего учителя-исследователя обусловили необходимость решения следующих взаимосвязанных задач. Во-первых, необходимо выявить эвристическую базу, способствующую формированию системы понятий в осуществлении учебно-профессиональной и научно-исследовательской деятельности студентов. Во-вторых, важно раскрыть теоретико-методические основы становления и развития понятий у будущих учителей-исследователей.

Эвристической базой решения первой задачи, на наш взгляд, выступает понятие «семантическая сеть». Исследования ученых-психологов В.П. Зинченко, В.М. Кроля, О.К. Тихомирова позволили раскрыть ее значимость, содержание и структуру. Данный термин тесно связан с поняти-

ем «семантическая память». В психофизиологии отмечается, что «семантическая память хранит и делает доступным для воспроизведения надперсональное знание, т.е. знания, накопленные человечеством. Семантическую память образует информация, извлеченная индивидом не из непосредственно воспринимаемого им мира, а всякого рода субститутов фактической реальности. Семантическая память – это хранилище усвоенных нами текстов и сообщений... Существуют аргументы в пользу принятия более широкого определения семантической памяти как хранилища всей информации о мире» [5, с. 112].

Семантическая сеть – это модель создания, хранения, а также использования структурированных знаний при построении понятий (узлов сети), применения знаний в процессах обучения и мышления. Хорошо структурированная сеть (В.М. Кроль) подразумевает:

- концентрацию в узлах сети всей информации по определенному объекту или ситуации. Информация выступает в виде комплекса их характеристик и в этих случаях используется термин «фрейм» (каркас или рамка);
- наличие систем приоритетов ссылок между понятиями (узлами сети) определенной области знаний;
- наличие типовых схем решения задач из данной области знаний и способов сведения новых задач к уже известным.

Структурированные области знания и правила «хождения» по данным областям, как подчеркивает В.М. Кроль, проявляются и формируются в процессах обучения и мышления, что обосновывает их тесную взаимосвязь. Семантическая сеть выступает не только как среда хранения информации, но и как структура, на базе которой формируются и совершенствуются модели процессов мышления. Критериальная характеристика совершенствования структуры семантической сети – ее целенаправленная и непрерывная реорганизация, что весьма важно для понимания процессов конструирования и развития понятий как личностно-психологических новообразований (Л.С. Выготский).

Овладение понятиями реализуется в своей собственной системе, что выступает условием и результатом их усвоения и учебной деятельности, осуществляемой студентами и магистрантами. Но важно подчеркнуть, что усвоение и учебная деятельность развиваются как компоненты более общей системы. Она включает не только уже рассмотренные взаимодействия личности и профессии, но содержательно-процессуальные основы возрастного (типологического) развития

личности. Поэтому следует рассмотреть сущность усвоения и учебной деятельности, раскрыть базовые теоретико-методические подходы формирования понятий, а также выявить отличительные черты овладения понятиями на разных ступенях общего среднего и высшего профессионального педагогического образования.

Усвоение – основной путь приобретения индивидом общественно-исторического опыта. Последовательность усвоения форм деятельности соответствует основным возрастным периодам жизни индивида. Преемственность и взаимодействие этих форм (в ходе их усвоения) обуславливают определенный уровень развития познавательных процессов индивида. Ведущим условием результативного усвоения выступает собственная деятельность обучающихся. Его результат – превращение (интериоризация) общественно выработанных знаний, умений и навыков, способностей и способов поведения в формы индивидуальной субъективной действительности. Усвоение является психологической стороной учения, процесс которого по своей внутренней структуре представляет аналитико-синтетическую деятельность и производные процессы абстракции, обобщения и конкретизации. Результат аналитико-синтетической деятельности – формирование обобщений, лежащих в основе научных понятий [6, с. 474–475]. Важно, что в процессе усвоения происходит дифференциация знаний. Она сопровождается их систематизацией, выражаемой в иерархической соподчиненности понятий по мере их общности. В роли условий, определяющих эффективность усвоения, его качество, прочность и скорость, выступают: 1) полнота ориентировочной основы действия, подлежащего формированию; 2) предметное, логическое и психологическое разнообразие типов материала, включающего усваиваемое содержание; 3) мера управления процессом формирования действия [7, с. 700].

Но только осуществление систематической учебной деятельности способствует непрерывному развитию у ее субъектов теоретического мышления, основными компонентами которого являются содержательные абстракции, обобщения, анализ, планирование и рефлексия. Формирование учебной деятельности осуществляется на всех ступенях общего среднего и высшего педагогического образования. И с переходом личности со ступени на следующую ступень образования видоизменяются основные характеристики учебной деятельности: конкретное содержание, формы организации взаимодействия между ее участниками, особенности их общения, характер

психологических новообразований. Главный результат учебной деятельности – изменение самих учащихся. Ведущий фактор овладения теоретическими знаниями в учебной деятельности – постановка и решение учебных задач. В этих процессах формируется познавательная деятельность, соответствующая той, которая проводилась субъектами научного познания при создании понятий. Как форма активности индивида учебная деятельность является условием и средством его психического развития, обеспечивающим усвоение теоретических знаний и тем самым развитие у него специфических способностей, которые в этих знаниях кристаллизованы [6, с. 478–479]. Она вводит учащихся в систему общественных отношений и способствует формированию у них личностных качеств.

По проблеме формирования научных понятий, их усвоения и развития создана значительная теоретико-методическая база. Ее анализ позволил вычленивать работы, адекватные целям проводимого нами исследования. Так, научные труды, посвященные изучению механизмов формирования понятий у школьников, важны в общетеоретическом плане и значимы для реализации преемственности между деятельностью школы и университета. Изучение вышеуказанной теоретико-методической базы позволило установить, что содержательную основу вычленяемых методологических подходов составляют теории: ассоциативно-рефлекторная, деятельностная, содержательного обобщения, когнитивного развития.

Анализ исследований Д.Н. Богоявленского, Н.А. Менчинской, М.Н. Шардакова показал, что методологические подходы ученых базируются на ассоциативно-рефлекторной теории. В ее основе лежат принципы рассудочно-эмпирического мышления, а система обучения, построенная на этих принципах, формирует у детей эмпирическое мышление. Работы П.Я. Гальперина и Н.Ф. Талызиной раскрывают сущность деятельностного подхода. Он базируется на алгоритмическом характере умственных действий, а применение понятия рассматривается как уже сформированное умственное действие.

Эффективные психологические механизмы формирования понятий определены выдающимся психологом Л.С. Выготским. Ученым разработана концепция внутреннего развития понятий. «Созревание» понятий в сознании, их развитие означает изменение форм мышления и становления новых мыслительных функций (абстракции, сравнения, обобщения, произвольного внимания, логической памяти, выделения глав-

ного). Мышление, как отмечает Л.С. Выготский, движется в «пирамиде» понятий.

Главный результат этих многоплановых процессов – формирование понятийного мышления. В концепции внутреннего развития понятий подчеркивается, что критериальным фактором становления понятийного мышления выступают способность использовать знак (слово) как новый интеллектуальный инструмент решения учебных задач. При этом идет развитие значения слов, переход к другим, различным по своей структуре, обобщениям. Развивается смысловая сторона речи. Сущностными признаками понятийного мышления являются системность (развертывание в системе понятий) и его содержательно-процессуальная осознанность. Поэтому первичное вербальное определение понятия (в условиях осознанности и системности) наполняется новым значением и смыслом, что означает восхождение к конкретному. Таким образом, Л.С. Выготским выдвинут принципиально иной методологический подход, в сравнении с подходом, базу которого составляет ассоциативно-рефлекторная теория. Целенаправленная и системная реализация данного подхода формирует у обучающихся теоретическое мышление.

В.В. Давыдовым выдвинут инновационный методологический подход, реализация которого формирует у обучающихся теоретическое мышление. Анализ работ ученого позволил вычленивать две группы факторов, значимых для формирования у обучающихся понятийной культуры.

Первая группа – факторы, имеющие общетеоретические значения. Уже в начальной школе, как обосновал В.В. Давыдов и доказал накопленный опыт развивающего обучения младших школьников, необходимо и возможно формировать мышление более высокого уровня – теоретическое, понятийное. Для этого следует изменить принципы построения учебных предметов, их содержание, методы преподавания и формировать новую – в развитии – структуру учебной деятельности учащихся младших, средних и старших классов, реализация которой обеспечит связь формирования познавательной сферы учащегося с разносторонним развитием его личности. Большое значение придается воображению личности. Теоретическое мышление развивает самостоятельное овладение школьниками все возрастающим потоком знаний, формирует способность к теоретическому познанию и приближает обучение к научному познанию. Теоретическое мышление создает базу для развития у индивида его психики как целого, формирует научное мировоззрение и развивает у школьников

субъектные качества, стремление к самообучению. Именно субъектные качества обуславливают формирование у школьников умений и желаний учиться, что связано с их целенаправленным воспитанием и развитием потребности учиться.

Вторая группа факторов реализует методико-технологические механизмы становления и развития понятийной культуры у субъектов образовательно-воспитательного процесса. Так, на основе формирования обобщений и абстракций идет образование нового интегративного знания и реализуется функциональный смысл построения каждого нового понятия в логике «восприятие – представление – понятие». После этого возникает понятийное обобщение, позволяющее учащемуся (на основе сравнения) осуществить классификацию. Ее основной способ – установление родо-видовых отношений, что создает возможность для систематизации знаний. Идет усвоение систем обобщения и на их основе – систем понятий. Исходный материал – для сравнения, классификации и систематизации – должен быть в достаточной мере многообразен.

Следует, чтобы вычленяемые признаки варьировались и были общими и частными, существенными и несущественными, необходимыми и достаточными. Важно выявить, как подчеркивает В.В. Давыдов, особенное отношение. Оно выступает одновременно как всеобщее основание частных проявлений и дает возможность проследить связи всеобщего с частным и единичным. Выделенный инвариант обозначается словом или знаком, поэтому обобщаемые признаки становятся подлинно абстрактными. Они отвлечены от частных форм своего существования и выступают самостоятельным объектом дальнейшей мыслительной деятельности. Видение общего в каждом конкретном и единичном случае ликвидирует разрыв в сознании между конкретным и абстрактным, что является основой для развития понятий и усвоения их систем. Определяющий же критерий усвоения понятий – их эффективное применение, означающее движение от общего к частному и опознание (на основе иерархии обобщающих признаков) единичных предметов. Применение понятия включает: установление его принадлежности к определенному роду и виду; отнесение к вычленяемому положению в классификационной схеме.

Достижение школьниками необходимых уровней сформированности процессов усвоения и учебной деятельности, уровней овладения понятиями осуществляется в ходе непрерывного развития этих процессов при продвижении учащихся по ступеням школьного образования. Так,

к окончанию начальной школы у учащихся сформированы следующие отличительные характеристики усвоения и учебной деятельности:

- определенная целостность и развернутость учебной деятельности формируют основные компоненты ее структуры (потребности, задачи, мотивы, действия, операции). При этом учебная деятельность является ведущей среди различных видов деятельности;

- усвоение элементарных теоретических знаний – понятий числа, слова, коммуникации – способствует становлению теоретического мышления детей и означает овладение ими системой учебных действий;

- коллективная распределенность учебной деятельности во взаимодействии с индивидуальным подходом (в решении учебных задач) способствует появлению у детей инициативности и способности к самостоятельной постановке и решению учебных задач, способности оценивать и контролировать свои учебные результаты, развивает умения ставить вопросы и участвовать в спорах, дискуссиях.

На второй ступени образования, в средних классах школы, усвоение и учебная деятельность учащихся и овладение ими понятиями характеризуются следующими особенностями:

- в качестве объектов и предметов усвоения выступают системы теоретических понятий, что помогает дальнейшему развитию теоретического мышления учащихся;

- во взаимодействии коллективно распределенной и индивидуальной деятельности приоритетная роль придается индивидуальному решению учебных задач, что способствует развитию умений самостоятельных постановки и решения учебных задач, становлению самоконтроля. Это свидетельствует о развитии внутреннего мира подростков, в умственном развитии которых ведущая роль принадлежит учебной деятельности.

Инновационный опыт осуществления целей интеллектуального воспитания учащихся подростковых классов (в курсе математики 5–9 классов) накоплен Э.Г. Гельфман и М.А. Холодной. Учеными разработана и апробирована «обогащающая модель» обучения математике в рамках проекта «Математика. Психология. Интеллект (МПИ-проект)», имеющая теоретико-методическую значимость для преподавания не только школьных предметов, но и вузовских дисциплин. Э.Г. Гельфман и М.А. Холодной обоснована роль учебника как полифункциональной системы, определены критерии интеллектуальной воспитанности, вычленены базовые интеллектуальные качества личности, разработа-

ны и апробированы типы учебных текстов, способствующие обогащению основных уровней умственного опыта учащихся [8].

На завершающем этапе школьного образования усвоение и учебную деятельность старшеклассников, включая и их деятельность по овладению понятиями, отличают следующие существенные черты:

- определяющее влияние на все стороны личности, в особенности на развитие старшеклассника как субъекта учебной деятельности, оказывают ценностно-ориентировочная активность, формирование жизненных планов и профессиональный выбор (И.А. Зимняя). Именно направленность на различные аспекты содержания учебной деятельности становится средством осуществления жизненных планов;

- старшеклассники включаются в новый тип учебной деятельности – учебно-профессиональную. Они готовы к выполнению различных видов умственной работы взрослых людей, а развитие средств их познания несколько опережает собственно личностное развитие [9, с. 139];

- активно формируются процессы познавательного развития, совершенствуются память, речь, мышление;

- повышенная интеллектуальная активность, развитие монологической и письменной речи, склонность к теоретизированию и экспериментированию помогают формированию теоретического мышления, а также систематизации, структурированию и дополнению индивидуального опыта.

Становление понятийной культуры будущего педагога-исследователя, как уже отмечалось, выступает интегрирующей основой взаимодействия непрерывного профессионального развития личности с целенаправленным формированием ее исследовательской компетентности. В связи с этим необходимо выявить факторы личностно-профессионального развития будущих учителей, оказывающие существенное влияние на формирование их понятийной культуры. В роли этих факторов, на наш взгляд, выступают взаимодействие содержательных сторон развития личности в зрелом возрасте; специфика основных этапов профессионального становления личности; движущие силы, обуславливающие переход личности на последующие этапы профессионального становления. Так, развитие личности в зрелом возрасте включает две содержательные стороны процесса: потребностно-мотивационную сферу личности; операционно-техническую область деятельности (Э.Ф. Зеер).

Обучение в университете – основополагающий этап профессионального педагогического становления личности. Он базируется на результатах выбора школьниками профессии – этап оптации – и является важным условием реализации целей дальнейших этапов профессионального становления личности (профессиональная адаптация, первичная профессионализация, вторичная профессионализация, профессиональное мастерство).

Основаниями для вычленения этапов профессионального становления личности выступают социальная ситуация развития и уровень реализации ведущей учебно-профессиональной деятельности. Данные основания имеют не только классификационное значение, но играют роль ведущих факторов профессионального педагогического развития личности.

Социальная ситуация развития (Л.С. Выготский, Э.Ф. Зеер, А.Н. Леонтьев, А.В. Петровский) выступает фактором профессионального развития личности в ходе целенаправленного и ее деятельностного взаимодействия с социальными общностями и их субъектами. Социальная ситуация в условиях университета базируется на учебно-профессиональных взаимодействиях студентов и преподавателей. В то же время она связана со сферой их практической педагогической деятельности (на практиках в школах, гимназиях, лицеях) и по своей направленности и содержанию выступает как профессиональная педагогическая социализация. В системе целенаправленного взаимодействия университет–школа формируется социально-профессиональная целостность личности профессионала как единство непрерывных и дискретных процессов социально-педагогического становления, развиваются ведущие личностные отношения студентов (к профессии, педагогической деятельности, коллективам и к самим себе как представителям социальной группы учителей) и идет становление профессиональной педагогической направленности личности.

Базовым основанием для вычленения этапов профессионального образования в непрерывном процессе профессионального педагогического становления выступает, наряду с социальной ситуацией развития, уровень реализации личностью ведущей деятельности. В психологии различают три основных уровня этой реализации: репродуктивный, частично-поисковый и творческий. При этом переход на более высокий уровень означает существенное преобразование ценностей личности, ее жизненных планов и всей потребностно-мотивационной сферы. Необ-

ходимо отметить, что ведущую роль в профессиональном развитии личности выполняет не один вид деятельности, а динамическая система деятельностей (А.В. Петровский). Ведущая деятельность студентов – профессионально-познавательная, а ее системное и формирующее значение обусловлено развитием самостоятельности, а также непрерывным усложнением реализуемых целей и задач в зоне ближайшего профессионального педагогического развития личности и социальных групп.

Социальная ситуация развития и ведущая деятельность как основания для вычленения этапов профессионального педагогического становления личности, выступающие одновременно и как факторы ее социально-профессионального развития, тесно взаимосвязаны. Действительно, они характеризуются едиными целями, в роли которых выступают теоретическая и практическая готовность к педагогической деятельности; адекватными структурой и динамикой организации образовательно-воспитательного процесса, реализуемых в логике движения от целей и задач к результатам; общими психолого-педагогическими механизмами формирования педагогической и исследовательской компетентности. Взаимосвязи между этими факторами предполагают выявление системообразующей основы, способной существенно повысить эффективность влияния социальной ситуации развития и ведущей деятельности на результативность процессов профессионального педагогического и научно-исследовательского развития будущих учителей. В роли такой основы, на наш взгляд, выступают образовательная среда и профессионально-образовательное пространство. По проблеме образовательной среды проведены исследования Е.А. Климовым, Г.А. Ковалевым и В.А. Ясвиным, имеющие общетеоретическое значение для системы высшего профессионального образования. В частности, важен подход В.А. Ясвина к определению содержания образовательной среды, которое включает четыре компонента: 1) субъекты; 2) социальный компонент; 3) пространственно-предметный компонент; 4) технологический (или психодидактический) компонент [10, с. 171–172].

Э.Ф. Зеер предложил понятие «профессионально-образовательное пространство», раскрыл содержание и обосновал его эвристические функции в профессиональном развитии личности [11, с. 29–33]. Изучение работ ученого позволило вычленить положения, реализация которых способствует повышению эффективности профес-

сиональной педагогической и исследовательской подготовки студентов. В их роли выступают:

- профессионально-образовательное пространство – духовная составляющая жизни людей, порождающая профессионально-ценностное взаимодействие субъектов образовательно-воспитательного процесса;
- оно объединяет систему непрерывного образования, различные виды ведущей деятельности и субъекты образования. Данная интеграция способствует формированию у субъектов личностных смыслов профессионально-личностной деятельности и направлена на их непрерывное профессиональное педагогическое и научно-исследовательское развитие;
- основными характеристиками рассматриваемого пространства являются открытость, взаимосогласование, взаимоорганизация, взаиморазвитие.

Взаимодействие личности с образовательной средой (в школе) и учебно-профессиональной средой (в университете) развивает у индивида субъектные качества. «Сведение в единое целое двух противоположностей системы “субъект–окружающая действительность” выводит нас на проблему субъекта потребностей» [1, с. 10–12]. При этом формирование профессиональных потребностей у преподавателей и студентов взаимосвязано с развитием их профессиональных интересов, идеалов, что обусловлено культурой профессионально-педагогического мышления и педагогической культурой.

Динамика становления понятийной культуры студентов обусловлена, во-первых, достигнутым уровнем развития научного сознания личности, целостностью и сформированностью ее познавательной сферы. Во-вторых, интенсивность развития понятийной культуры определяется новыми возможностями, создаваемыми университетской системой образования: целями и задачами высшего профессионального образования, его содержанием, средствами, взаимодействиями и результатами. Но фундаментальной основой, определяющей актуальные и ближайшие уровни развития познавательной сферы, выступает духовный потенциал личности. Он включает интеллектуальный, эмоциональный, волевой потенциалы и является результатом всей жизнедеятельности личности (труда, познания и общения), в том числе деятельности, специально направленной на ее формирование, развитие и обогащение (Б.Д. Парыгин). Совокупный внутриличностный потенциал будущего педагога, как отмечает И.И. Цыркун, включает интеллектуальный и творческий потенциалы личности. Домини-

нирующим же педагогическим условием результативности этих процессов выступает систематическое включение студентов в инновационную деятельность.

Ведущими характеристиками развития понятийной культуры как ключевого компонента познавательной сферы личности студентов выступают следующие:

- новые цели и содержание деятельности, новые социальные роли и многообразные взаимодействия в университете и социуме приобретают свои смыслоформирующие значения на основе образовательно-воспитательной работы, ориентированной на становление политической, гражданской и нравственной зрелости личности. Это предполагает развитие соответствующих видов активности студентов и гармонизацию развития различных личностных сфер;

- высокий уровень сформированности профессиональной направленности студентов обусловлен высокой степенью их информированности об избранной профессии, что, в свою очередь, тесно связано с положительным отношением к учебе (Э.Ф. Зеер);

- усвоение и учебная деятельность характеризуются высокой познавательной активностью, мотивами достижения и собственно познавательными мотивами. Важно, чтобы познавательная активность направлялась на решение конкретных профессиональных педагогических задач, а знания и умения применялись как средства учебно-профессиональной деятельности;

- характерные для студенческого возраста процессы сложнейшего структурирования интеллекта, а также их стремление к комплексному использованию основных познавательных умений (восприятие, осмысление, понимание, запоминание, применение) должны быть нацелены на накопление учебно-профессионального и социально-психологического опыта.

Изучение научных трудов Д.Н. Богоявленского, Л.С. Выготского, В.В. Давыдова, Н.А. Менчинской, М.Н. Шардакова, П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной, А.В. Усовой важно и для организации целенаправленной образовательно-воспитательной работы преподавателей со студентами университета. Однако специфика высшего педагогического образования (цели, содержание, психологические механизмы личностно-профессионального развития будущих учителей) требует более полного учета особенностей данного этапа профессионально-педагогической подготовки будущих педагогов-исследователей. Этому требованию отвечает исследование И.И. Цыркуна и В.Н. Пунчик, посвященное ин-

теллектуальному саморазвитию будущих педагогов [12]. Действительно, интеллектуальное развитие будущего педагога обусловлено осознанным осуществлением студентами прогрессивных изменений в собственной интеллектуальной сфере, что реализуется учебной деятельностью по конструированию дидактических понятий и составлению семантических сетей понятий.

Укрупненным параметром интеллектуального развития будущего педагога, как подчеркивают И.И. Цыркун и В.Н. Пунчик, выступает качество усвоения дидактических понятий. Сущность этого параметра раскрывается в единстве процессуального (действия студентов при усвоения понятия), содержательного (раскрытие содержания понятия студентами) и результативного (итоговая сторона) аспектов. Учеными раскрыта значимость непрерывного расширения знаний и показан механизм усвоения системы понятий. Выделены критерии качества усвоения дидактических понятий и определены уровни их усвоения (дескриптивный, формальный, дидактический, нормативный, генерализованный). В роли же ведущего конструктивно-деятельностного фактора интеллектуального саморазвития выступила рациональная организация самостоятельной работы студентов по овладению дидактическими понятиями. Разработаны и апробированы теоретико-методические основы эффективной организации самостоятельной работы, включающие концептуальные положения, модель и регулятивные принципы.

Вышеуказанный подход выступает общетеоретической основой формирования различных видов понятий, не только дидактических, и он определяет интеллектуальную активность и успешность обучения студентов, их обученность и обучаемость; развитие будущих учителей как субъектов усвоения и учебной деятельности; становление у студентов динамично развивающегося стиля учебно-профессиональной деятельности.

**Заключение.** Современная педагогическая действительность динамична, многофакторна и противоречива. Ее результативную организацию и целенаправленное преобразование может осуществлять лишь учитель, владеющий не только базовыми компетенциями. Приоритетную роль приобрели исследовательская компетентность учителя, его теоретическая и практическая готовность к проведению педагогических исследований.

У студентов университета (на основе теоретических и практических умений, сформированных за время обучения в школе) идет становление

теоретической и практической готовности к педагогической деятельности. И только непрерывное профессиональное педагогическое развитие является незаменимой основой становления исследовательской компетентности как личностного новообразования. В роли фактора, объединяющего и структурирующего два ведущих направления профессиональной подготовки будущих учителей (формирование педагогических и исследовательских компетенций), выступает понятийная культура личности. Ее развитие обусловлено психофизиологическими, индивидуальными, возрастными характеристиками и постоянным совершенствованием накопленного педагогического опыта. Динамика развития понятийной культуры учителя определяется эффективностью творческого преобразования учителем педагогической действительности и его целенаправленным личностно-профессиональным саморазвитием, которые включают:

- научное обоснование и результативное применение подходов, целей, средств и форм педагогической деятельности, базирующихся на непрерывном теоретико-методическом развитии профессионального сознания и самосознания учителя;

- динамичное преобразование личной педагогической системы и личного опыта педагогической деятельности, осуществляемое во взаимодействии учителя с педагогическими коллективами школ, гимназий, а значит, и с коллективным педагогическим опытом, что реализует деятельностную сущность понятийной культуры;

- совершенствование стиля педагогической деятельности и создание педагогических новшеств, базирующихся на нормативно-правовых и личностно-смысловых основах и ценностях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Исаев, И.Ф. Профессионально-педагогическая культура преподавателя: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 208 с.
2. Турковский, В.И. Философские, общенаучные и педагогические основы взаимодействия профессионально-педагогического совершенствования преподавателей с профессионально-педагогическим становлением будущих учителей / В.И. Турковский // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2014. – № 1(79). – С. 100–110.
3. Турковский, В.И. Профессиональное развитие как содержательная и процессуальная основа становления научно-педагогической компетентности учителя / В.И. Турковский, Е.В. Терещенко // Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2009. – № 2(52). – С. 65–70.
4. Теоретико-методические основы педагогического исследования: учеб.-метод. комплекс для студентов, магистрантов и аспирантов педагогических специальностей / авт.-сост. В.И. Тур-

- ковский. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2007. – 242 с.
5. Психологическая: учебник для вузов / под ред. Ю.И. Александрова. – 3-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Питер, 2010. – 464 с.
6. Российская педагогическая энциклопедия: в 2 т. / гл. ред. В.В. Давыдов. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 672 с.: ил. – Т. 2: М–Я. – 1999.
7. Шапарь, В.Б. Новейший психологический словарь / В.Б. Шапарь, В.Е. Россоха, О.В. Шапарь / под общ. ред. В.Б. Шапаря. – 4-е изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 806 с.
8. Гельфман, Э.Г. Психодиагностика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся / Э.Г. Гельфман, М.А. Холодная. – СПб.: Питер, 2006. – 384 с.: ил.
9. Немов, Р.С. Психология: учебник для студ. высш. пед. учеб. заведений: в 3 кн. / Р.С. Немов. – 3-е изд. – М.: Гуманит. изд. центр. Владос, 1999. – Кн. 2: Психология образования. – 608 с.
10. Ясвин, В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию / В.А. Ясвин. – М.: Смысл, 2001. – 365 с.
11. Зеер, Э.Ф. Психология профессионального образования: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э.Ф. Зеер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 384 с.
12. Цыркун, И.И. Интеллектуальное саморазвитие будущего педагога: дидактический аспект: монография / И.И. Цыркун, В.Н. Пунчик. – Минск: БГПУ, 2008. – 254 с.

#### REFERENCES

1. Isayev I.F. *Professionalno-pedagogicheskaya kultura prepodavatel'ia: Ucheb. posobiye dlia stud. vyssh. ucheb. zavedenii* [Professional and Pedagogical Culture of Teacher: Textbook for university Students], M., Izdatelskii tsentr «Akademiya», 2002, 208 p.
2. *Vesnik Vitsebskaga dziazhauunaga universiteta* [Newsletter of Vitebsk State University], 2014, 1(79), pp. 100–110.
3. Turkovski V.I., Tereshchenko E.V. *Vesnik Vitsebskaga dziazhauunaga universiteta* [Newsletter of Vitebsk State University], 2009, 2(52), pp. 65–70.
4. Turkovski V.I. *Teoretiko-metodicheskiye osnovi pedagogicheskogo issledovaniya: ucheb.-metod. kompleks dlia studentov, magistrantov i aspirantov pedagogicheskikh spetsialnostei* [Theoretical and Methodological Bases of Pedagogical Research: Academic and Methodological Complex for Students, Master Students and Postgraduates of Pedagogical Profession], Vitebsk, Izdatelstvo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2007, 242 p.
5. Aleksandrov Yu.I. *Psikhofiziologiya: Uchebnik dlia vuzov* [Psychophysiology: University Textbook], SPb., Piter, 2010, 464 p.
6. Davidov V.V. *Bolshaya Rossiiskaya entsiklopediya* [Big Russian Encyclopedia], 1998, 672 p., V. 2, M–Ya, 1999.
7. Shapar V.B., Rossokha V.E., Shapar O.V. *Noveishii psikhologicheskii slovar* [Newest Psychology Dictionary], Rostov-n-Don, Feniks, 2009, 806 p.
8. Gelfman E.G., Kholodnaya M.A. *Psikhodiagnostika shkolnogo uchebnika. Intelktualnoye vospitaniye ucheshchikhsia* [Psychodiagnostics of the School Textbook. Intellectual Education of Pupils], SPb., Piter, 2006, 384 p.
9. Nemov R.S. *Psikhologiya: Ucheb. dlia stud. vissh. ped. ucheb. zavedenii. V 3 kn. Kn. 2: Psikhologiya obrazovaniya* [Psychology: Pedagogical University Student Textbook. In 3 Books. Book 2: Psychology of Education], M., Gumanit. Izd. Tsentr Vlados, 1999, 608 p.
10. Yasvin V.A. *Obrazovatel'naya sreda: ot modelirovaniya k proyektirovaniyu* [Educational Environment: From Modeling to Design], M., Smysl, 2001, 365 p.
11. Zeer E.F. *Psikhologiya professionalnogo obrazovaniya: uchebnik dlia stud. vissh. ucheb. zavedenii*. Psychology of Professional Education: University Student Textbook], M., Izdatelskii tsentr «Akademiya», 2009, 384 p.
12. Tsykrun I.I., Punchik, V.N. *Intelktualnoye samorazvitiye budushchego pedagoga: didakticheskii aspekt: monografiya* [Intellectual Self Development of Would Be Teacher: Didactic Aspect: Monograph], Minsk, BGPU, 2008, 254 p.

Поступила в редакцию 16.09.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: omkvsu@mail.ru – Турковский В.И.

## Совершенствование процесса обучения в сфере физической подготовки военнослужащих

**В.В. Руденик**

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

*Умение решать двигательные задачи, возникающие в условиях боевой деятельности или в процессе подготовки к ней, – специфическая цель физической подготовки военнослужащих. Обучение военнослужащих умениям принимать эффективные решения о способах разрешения двигательных ситуаций и моментах начала двигательных действий относят к тактической подготовке, а обучение умениям и навыкам реализовывать системы движений, посредством которых и решаются двигательные задачи, – к технической подготовке.*

*Цель – разработать состав и структуру процесса технико-тактической подготовки военнослужащих.*

**Материал и методы.** Для решения поставленных задач использовались методы построения общелогического знания (анализ и синтез, индукция и дедукция, обобщение, абстрагирование, аналогия, системный подход), методы построения теоретического знания (мысленный эксперимент, формализация и идеализация, восхождение от абстрактного к конкретному, исторический и логический методы), анализ научной и научно-методической литературы.

**Результаты и их обсуждение.** Двигательные задачи, научить решать которые необходимо военнослужащих, дифференцированы на основе физиологических механизмов принятия решений. Разработана теоретическая модель процесса обучения военнослужащих решению соответствующих двигательных задач. Сформулированы общие и частные задачи этапов обучения, определены требования к средствам и методам их решения.

**Заключение.** Разработанная теоретическая модель процесса обучения военнослужащих дает основание для оптимизации объема и интенсивности средств технической и тактической подготовки на этапах обучения, позволяет конкретизировать их направленность.

**Ключевые слова:** физическая подготовка военнослужащих, двигательные задачи, техническая и тактическая подготовка, этапы обучения.

## Improvement of the Teaching Process in the Field of Military Men Physical Training

**V.V. Rudenik**

*Educational Establishment «Grodno State Yanka Kupala University»*

*The ability to solve motor tasks that may arise in conditions of combat operations or arise in the preparatory process is a specific aim for physical training of military men. Training military men taking effective decisions about ways of resolving situations and motor points of the beginning of motor actions is attributed to tactical training, while training skills to implement system of movements are attributed to technical training.*

*The aim of the study is to develop the composition and structure of the process of technical and tactical military training.*

**Material and methods.** The methods of constructing general logical knowledge were used to solve the tasks (analysis and synthesis, induction and deduction, generalization, abstraction, analogy, systematic approach), methods for constructing theoretical knowledge (thinking experiment, formalization and idealization, ascent from the abstract to the concrete, historical and logical methods), the analysis of scientific and scientific-methodological literature.

**Findings and their discussion.** Motor tasks are differentiated on the basis of physiological mechanisms of decision-making. A theoretical model of was developed to solve the relevant motor tasks. The general and specific tasks of the training stages were formulated; the requirements to the means and methods of their solutions were defined.

**Conclusion.** A theoretical model of the military men teaching process was developed to provide a basis for optimizing the volume and intensity of technical and tactical training on the stages of teaching, allows us to specify their orientation.

**Key words:** physical training of military men, motor tasks, technical and tactical training, stages of teaching.

Процесс создания и совершенствования современных подходов к обучению в сфере физической подготовки военнослужащих тесно связан с существовавшими ранее и существующими в настоящее время представлениями специалистов различных областей знаний, научных

школ и направлений о процессах, происходящих в организме человека при решении двигательных задач посредством двигательных действий. По мере накопления научных фактов, отражающих особенности функционирования организма в процессе специализированной двигательной

деятельности, обоснованность и, следовательно, значимость отдельных теоретических положений в системе взглядов специалистов изменяются. Это, в свою очередь, способствует возникновению первоначально модифицированных вариантов концепции обучения, а затем выдвиганию новых концепций, часто альтернативных исходным [1]. Специализированные положения наук, отражающие закономерности формирования двигательных умений и навыков и находящиеся вне сферы исследования спортивной педагогики, являются *методологической основой* теории обучения военнослужащих двигательным умениям и навыкам [2].

Установлено [3], что специфической целью физической подготовки является обучение военнослужащих умениям решать двигательные задачи, возникающие в условиях боевой деятельности или в процессе подготовки к выполнению задач по предназначению. Благодаря теории функциональных систем [4] как методологической основы теории обучения военнослужащих умениям и навыкам выявлено, что при необходимости решения двигательной задачи в организме человека формируется функциональная система на уровне целостного поведенческого акта со всеми ее специфическими узловыми механизмами. Двигательное действие военнослужащий начинает осуществлять после «принятия решения» внутри системы на основе результатов афферентного синтеза о том, какой необходимо получить результат и как (каким способом) его получить. В процессе принятия решения учитываются мотивационные побуждения к действиям и их значимость (*доминирующая мотивация*), применяются накопленный *двигательный опыт* и *теоретические знания*, оценивается *обстановка*, в которой предстоит решать двигательную задачу, анализируются возможности компонент организма, которые предполагается задействовать при решении двигательной задачи, и эффективность их взаимосвязей, а также выбирается наиболее благоприятный момент для начала выполнения двигательного действия (*пусковая афферентация*) [4]. Таким образом, к моменту начала выполнения двигательного действия принимается интегральное решение, в котором в какой-то степени решены частные задачи, среди которых могут быть выделены следующие [4–5]:

1) определен результат, который хочет получить функциональная система, сформулирована двигательная задача;

2) выявлен способ решения двигательной задачи;

3) выбраны компоненты организма, которые необходимы для решения конкретной двигательной задачи определенным способом;

4) обозначена степень участия каждого из выбранных компонент;

5) предложены механизмы последовательной и параллельной координации деятельности выбранных компонент организма;

б) определен момент начала выполнения двигательного действия.

В процессе решения двигательной задачи посредством двигательного действия функциональная система контролирует параметры движений и параметры деятельности компонент организма, обеспечивающих реализацию соответствующих движений, корректирует их в ходе выполнения двигательного действия, «принимает решение» о досрочном прекращении двигательного действия, если возникает такая необходимость, а также изменяет цепь отдельных последовательных двигательных действий, если это обусловлено логикой двигательной деятельности. Отметим, что представленная очередность решения названных выше задач является условной, т.к. принятие решения имеет динамичный характер и осуществляется на основе «... длительной оценки различных, внутренне (!) формирующихся результатов» [4, с. 51].

Обучение военнослужащих умениям принимать эффективные решения о способах разрешения двигательных ситуаций и моментах начала двигательных действий относят к *тактической подготовке*, а обучение умениям и навыкам реализовывать системы движений, посредством которых и решаются двигательные задачи, – к *технической подготовке*. В специфической двигательной деятельности, в частности, в условиях противоборств соперников, когда имеется минимум времени на принятие решений, механизмы принятия решений и механизмы реализации принятых решений сливаются в единый процесс, образуя функциональную систему на уровне целостных поведенческих актов [4].

Тактическая подготовка, определяемая как искусство ведения состязаний с «противником» (от греч. *taktika* – искусство построения войск), является важнейшим разделом подготовки в спорте, в сфере физической подготовки военнослужащих. Л.П. Матвеевым отмечается, что «... тактика является формой объединения всей совокупности данных действий в процессе достижения соревновательной цели. Этим объясняется теснейшая взаимосвязь технической и тактической подготовки спортсмена, которые можно разделять лишь условно» [6, с. 453–454]. В ран-

них фундаментальных исследованиях теории и методик физического воспитания техническая и тактическая подготовка рассматривались в одном разделе. При этом также отмечалось, что «... тактическая подготовка в большинстве случаев настолько тесно переплетена с технической, что между ними невозможно провести строгие границы» [7, с. 311].

На протяжении длительного периода развития основ теории и методик физического воспитания (ее специализированных разделов) за методологическую основу обучения принималась, как правило, условно-рефлекторная теория И.П. Павлова. Известно [4], что в 1916 году в докладе «Рефлекс цели» видный русский ученый впервые в своих научных трудах о деятельности головного мозга коснулся вопроса о цели поведения, однако больше к нему никогда не возвращался. Вследствие этого в рефлекторной теории не рассматривался и физиологический механизм «принятия решения», что дало повод некоторым исследователям говорить о не живучести самой теории, которая вступает в противоречия с научными фактами [8–9]. Ученик И.П. Павлова Петр Кузьмич Анохин считал, что «... сам факт возникновения цели для получения того или иного результата вступает в принципиальное противоречие с основными чертами рефлекторной теории» [4, с. 38]. Вследствие противоречий рефлекторной теории механизмам принятия решений на уровне общих основ теории физического воспитания не было уделено серьезного внимания. Разработанная П.К. Анохиным (1935–1974 гг.) теория функциональных систем дала основание для ликвидации этого пробела. Проведены исследования на основе указанной теории [4] с целью совершенствования тактической и, следовательно, технико-тактической подготовки в фехтовании [10], выработана дидактическая схема обучения: «обучение обусловленным двигательным действиям» – «обучение преднамеренным двигательным действиям» – «обучение преднамеренно-экспромтным двигательным действиям» – «обучение экспромтным двигательным действиям» в спортивных играх и единоборствах [10–11]. Следующий логический шаг исследований в сфере теории и методики физической подготовки военнослужащих – разработка состава и структуры процесса обучения решению двигательных задач, возникающих в условиях боевой деятельности или в процессе подготовки к ней.

В руководящем документе, регламентирующем порядок организации и проведения физической подготовки и спорта в Вооруженных Силах

Республики Беларусь [12], одной из основных задач определено овладение военнослужащими навыками передвижения по пересеченной местности в пешем порядке и на лыжах, преодоления естественных и искусственных препятствий, метания гранаты, рукопашного боя, военно-прикладного плавания, а также другими двигательными навыками, необходимыми для эффективного выполнения военнослужащими задач по их боевому предназначению. При этом целью физической подготовки является [12] обеспечение должного уровня физической подготовленности военнослужащих для эффективного выполнения поставленных задач по их боевому предназначению в любое время и любых условиях, а в процессе обучения используется обобщающая методика овладения военнослужащими техникой двигательных действий: определены этапы обучения (*ознакомления с техникой физического упражнения, разучивания техники физического упражнения, совершенствования техники физического упражнения*), сформулированы системы задач каждого из этапов, разработаны средства и методы их решения [12]. Отличия в названиях этапов обучения военнослужащих технике физических упражнений от общепринятых в основах теории и методики физической культуры (*этапы начального разучивания техники физического упражнения, углубленного разучивания техники физического упражнения, закрепления и дальнейшего совершенствования техники физического упражнения*) [6] носят условный характер. Сравнительный анализ состава и структуры этих процессов обучения показывает, что частные задачи, решаемые в рамках соответствующих процессов обучения, практически совпадают, а отличия в названиях этапов (соответственно, и отличия задач этапов обучения), перемещение частных задач из одного в другой этап обучения обусловлены спецификой организации и проведения физической подготовки военнослужащих. В то же время противоречия концептуальных основ физической подготовки военнослужащих [12] очевидны: цель физической подготовки предусматривает обучение военнослужащих технике военно-прикладных двигательных действий до уровня *необходимых умений* с учетом их боевого предназначения (воинской специальности), а решение названной выше задачи физической подготовки предусматривает обучение военнослужащих технике военно-прикладных двигательных действий до уровня *двигательного навыка*. Наряду с этим противоречием концептуальных основ физической подготовки в регламентирующем документе [12]

процесс обучения военнослужащих решению двигательных задач, которые могут возникнуть в условиях боевой деятельности, ограничивается процессом формирования техники физических упражнений (*технической подготовкой*), исключая практически из процесса физической подготовки военнослужащих обучение их *тактическим умениям*. Методики обучения умениям принимать эффективные решения о способах разрешения двигательных ситуаций, что составляет основу *тактической подготовки военнослужащих*, разработаны преимущественно в разделе «Тактическая подготовка» отдельных видов военно-прикладной физической подготовки (рукопашный бой, ускоренное передвижение и др.). Таким образом, на уровне интегративной дисциплины (основ теории и методик физической подготовки военнослужащих) практически не определена взаимосвязь технической и тактической сторон подготовки военнослужащих. Учитывая, что тактическая подготовка служит как бы ведущим объединяющим началом, так как совместный эффект всех разделов подготовки военнослужащих должен вылиться в единую форму целостной тактики действий в бою [6, с. 455], то проблема разработки состава и структуры процесса обучения, в котором во взаимосвязи осуществляется техническая и тактическая подготовка военнослужащих, является актуальной. Следует также сохранить теоретические положения и методические компоненты педагогического процесса, разработавшиеся и совершенствовавшиеся специалистами на протяжении десятилетий и позволяющие эффективно решать многие частные задачи процесса обучения в сфере физической подготовки военнослужащих.

Цель исследования – разработать состав и структуру процесса технико-тактической подготовки военнослужащих.

Задачи:

1) осуществить дифференциацию двигательных задач, которые потенциально могут возникнуть у военнослужащих в условиях боевой деятельности или возникают в процессе подготовки к ней;

2) обосновать механизм разделения процесса технико-тактической подготовки на логически взаимосвязанные этапы;

3) разработать состав и структуру процесса технико-тактической подготовки военнослужащих, сформулировать задачи этапов обучения, определить требования к средствам и методам их решения.

Объект исследования – процесс обучения решению двигательных задач, которые потенциально могут возникнуть у военнослужащих в условиях боевой деятельности или возникают

в процессе подготовки к ней; предмет исследования – состав и структура процесса данного обучения военнослужащих.

**Материал и методы.** Для решения поставленных задач использовались методы построения общелогического знания (анализ и синтез, индукция и дедукция, обобщение, абстрагирование, аналогия, системный подход), методы построения теоретического знания (мысленный эксперимент, формализация и идеализация, восхождение от абстрактного к конкретному, исторический и логический методы), анализ научной и научно-методической литературы.

**Результаты и их обсуждение.** Благодаря теории функциональных систем П.К. Анохина как методологической основы [4] установлено, что в системе двигательных задач, возникающих в условиях двигательной деятельности человека, целесообразно различать задачи (табл.), отличающиеся физиологическими механизмами «принятия решений» [5].

Среди двигательных задач необходимо различать: 1) решения задач, которые военнослужащий решал ранее и решения которых сохранились в аппаратах памяти; 2) задачи, не возникавшие ранее в процессе двигательной деятельности военнослужащего.

Среди двигательных задач, механизмы решения которых сохранились в аппаратах памяти, целесообразно различать: 1) задачи, решенные успешно; 2) задачи, которые ранее человек решал неудачно.

Дифференциация двигательных задач, проведенная на основе отличий в физиологических механизмах «принятия решения» [1], требует и соответствующего дифференцированного подхода к обучению их решению.

В [5] известная дидактическая схема обучения технико-тактическим умениям [1; 3; 5; 10] («обучение обусловленным двигательным действиям» – «обучение преднамеренным двигательным действиям» – «обучение преднамеренно-экспромтным двигательным действиям» – «обучение экспромтным двигательным действиям») получила дальнейшее развитие с учетом дифференциации двигательных задач, проведенных на основе отличий в физиологических механизмах «принятия решения» [4].

Результаты исследований позволили конкретизировать в процессе обучения этапы (цели этапов, задачи, средства и методы), в рамках которых должны решаться во взаимосвязи задачи как технической, так и тактической подготовки военнослужащих.

**Дифференциация двигательных задач, возникающих в процессе выполнения  
военнослужащими задач по их боевому предназначению**

Двигательные задачи, возникающие в процессе выполнения военнослужащими задач по их боевому предназначению			
Двигательные задачи, которые военнослужащий решал ранее		Двигательные задачи, которые ранее в процессе двигательной деятельности военнослужащего не возникали	
Двигательные задачи, которые были решены успешно, и их решения сохранены в аппаратах памяти		Двигательные задачи, которые ранее военнослужащий решал неудачно, и способы неудачных решений сохранены в аппаратах памяти	В аппаратах памяти имеются компоненты решения, синтез которых позволяет с необходимой эффективностью решить двигательную задачу
В аппаратах памяти имеется один способ решения двигательной задачи, необходимый и достаточный для эффективного ее решения	В аппаратах памяти имеется несколько способов решения двигательной задачи		
		Решения принимались в условиях жесткого лимита времени	Решения принимались без жестких временных ограничений

**Этап обучения обусловленным двигательным действиям.** Цель этапа обучения – *научить военнослужащих в искусственно созданных условиях эффективно использовать двигательный потенциал для решения частных двигательных задач вида деятельности посредством двигательных действий* (сформировать умения эффективно решать двигательные задачи в искусственно созданных условиях).

Частные задачи этапа обучения:

1) определить совокупность частных двигательных задач, которые потенциально могут возникнуть у военнослужащих соответствующих воинских специальностей в условиях боевой деятельности или возникают в процессе подготовки к ней, и научить решать которые необходимо военнослужащих с нужной эффективностью;

2) оценить готовность военнослужащих (физическую, координационную, психическую и др.) к овладению техникой двигательных действий, обеспечить в случае востребованности соответствующие стороны их готовности до требуемых параметров;

3) создать у военнослужащих начальное двигательное представление о способе решения двигательной задачи в искусственно созданных условиях: а) сформировать зрительный образ ос-

ваиваемого способа решения двигательной задачи; б) создать в случае необходимости кинестезический образ элементов осваиваемого способа решения двигательной задачи и обучить военнослужащих элементам техники действия, которыми они не владеют; в) сформировать у военнослужащих кинестезический образ осваиваемого способа решения двигательной задачи;

4) развить у военнослужащих умение решать двигательную задачу в искусственно созданных условиях «в грубой форме»;

5) сформировать у военнослужащих умения эффективно решать двигательные задачи в искусственно созданных условиях, включая умения военнослужащих эффективно использовать при решении двигательных задач внешние и внутренние силы, возникающие в процессе выполнения двигательных действий.

При решении частных задач *этапа обучения обусловленным двигательным действиям* применяются средства и методы обучения военнослужащих решению соответствующих частных задач на этапе ознакомления с техникой физического упражнения и этапе разучивания техники физического упражнения в сфере физической подготовки военнослужащих [12], а также средства и методы решения соответствующих частных

задач на этапе начального разучивания техники физического упражнения и этапе углубленного разучивания техники физического упражнения в сфере физического воспитания [1–3; 6–7].

Обучение военнослужащих умениям эффективно решать двигательные задачи в искусственно созданных условиях внешней среды и внутреннего состояния организма не означает, что военнослужащий способен эффективно решать двигательные задачи в условиях боевой деятельности и в определенных условиях подготовки к ней. Для этого необходима дополнительная специфическая работа, которая осуществляется на последующих этапах обучения.

**Этап обучения преднамеренным двигательным действиям.** Цель этапа обучения – научить военнослужащих эффективно использовать двигательный потенциал для решения частных двигательных задач вида деятельности посредством двигательных действий в различных условиях внешней среды и внутреннего состояния организма.

Частные задачи этапа обучения:

1) определить условия внешней среды и внутреннего состояния организма, при которых у военнослужащих может возникнуть потребность решать двигательные задачи в условиях боевой деятельности и в процессе подготовки к ней;

2) оценить готовность военнослужащих (физическую, координационную, психическую и др.) к овладению техникой двигательных действий до уровня умений эффективно решать двигательные задачи в различных условиях внешней среды и внутреннего состояния организма; обеспечить в случае необходимости соответствующие стороны подготовленности военнослужащих до требуемых параметров;

3–4) расширить диапазон вариативности систем движений в различных условиях внешней среды и при различном внутреннем состоянии организма.

Средства и методы обучения на этом этапе аналогичны средствам и методам решения соответствующих частных задач на этапе совершенствования техники действия [3; 6]. В то же время в единоборствах расширение диапазона вариативности систем движений осуществляется в процессе выполнения сложных цепей таких действий. Специфика видов двигательной деятельности отличается нюансами практического применения средств, методов и вариантов их трансформаций [1; 10].

**Этап обучения преднамеренно-экспромтным двигательным действиям.** Цель этапа обучения –

*научить военнослужащих в условиях лимита времени выбирать оптимальные пути развития двигательных ситуаций и эффективно решать двигательные задачи посредством двигательных действий.*

Задачи обучения:

1) определить и систематически дополнять совокупность ситуаций, отражающих специфику конкретного вида деятельности;

2) разработать варианты развития двигательной ситуации, приводящие как к успеху, так и неудаче (с учетом предполагаемых действий соперников или противника);

3) сформулировать двигательные задачи, решение которых позволит развивать двигательную ситуацию в необходимых направлениях;

4) обучить военнослужащего оценке складывающихся двигательных ситуаций и выбору путей их развития в условиях лимита времени;

5) при осуществлении двигательной деятельности в условиях коллективных действий определить механизмы взаимодействия военнослужащих и научить их в условиях лимита времени эффективно взаимодействовать при достижении совместной цели деятельности.

На этапе обучения преднамеренно-экспромтным двигательным действиям классические методы обучения трансформируются [1; 10] применительно к специфике вида деятельности (метод повторных решений двигательных задач в заданных условиях (ситуациях); метод объединения приемов (элементарных действий) в действия подготовки, нападения и защиты; метод обучения альтернативным действиям; метод усложнения идеомоторных представлений при выборе и применении действий; метод моделирования тактических сюжетов с вероятностным составом и последовательностью действий; метод моделирования вероятностной последовательности применения действий). Специфические методы обучения используются без соперника, с условным соперником, с партнером, с соперником и др. [1; 10].

**Этап обучения экспромтным двигательным действиям.** Определить всю совокупность двигательных ситуаций, которые могут возникнуть у военнослужащих в условиях боевой деятельности, не представляется возможным. В то же время в процессе физической подготовки необходимо подготовить военнослужащих эффективно решать и неизвестные двигательные задачи.

Цель этапа обучения – научить военнослужащих в условиях лимита времени находить максимально приближенные к оптимальным варианты развития неизвестных двигательных ситуаций и эффективно решать соответствующие двигательные задачи.

Педагогические аспекты обучения экспромтным двигательным действиям обуславливают следующие положения. Военнослужащему, попав в неизвестную двигательную ситуацию, в условиях лимита времени следует решить следующие задачи: 1) определить эффективные пути развития двигательной ситуации; 2) сформулировать двигательную задачу, которую он способен решить, и решение которой приведет не только к успеху в конкретном фрагменте деятельности, но и окажет положительное влияние на динамику развития цепи последующих событий; 3) в условиях лимита времени из сформированных на предыдущих этапах обучения двигательных умений и навыков «сложить» последовательную цепь действий, посредством которой двигательная задача может быть решена с необходимой эффективностью; в случае отсутствия в аппаратах памяти недостающих звеньев сложной цепи действий (отсутствия в аппаратах памяти необходимых двигательных умений и навыков) в условиях лимита времени синтезировать и реализовать соответствующую систему движений; 4) в процессе решения двигательной задачи своевременно вносить требуемые коррекции в реализуемую экспромтную систему движений; 5) осуществлять вышеназванную деятельность в различных условиях внешней среды и внутреннего состояния организма.

Следовательно, в процессе физической подготовки обучение военнослужащих экспромтным двигательным действиям может быть дифференцировано на несколько направлений:

1) формирование умений эффективно оценивать возникающие двигательные ситуации и находить эффективные пути их разрешения;

2) увеличение фонда двигательных умений и навыков;

3) формирование у военнослужащих умений своевременно находить в аппаратах памяти механизмы координации движений, использование которых позволит синтезировать систему движений, необходимую для эффективного решения неизвестной ранее двигательной задачи;

4) обучению рефлексивному управлению деятельностью соперника (противника), т.е. создание неожиданных для соперников (противника) ситуаций, в которых соперники (противник) не обладают достаточными возможностями для их эффективного разрешения.

На этапе обучения экспромтным двигательным действиям классические методы обучения также трансформируются (см. «Этап обучения преднамеренно-экспромтным двигательным действиям») применительно к специфике деятельности военнослужащих [1; 10].

Результаты исследований внедрены в процесс физической подготовки военнослужащих, где была подтверждена эффективность предлагаемой структуры процесса [11].

Следует отметить, что в данном исследовании известная в спортивной педагогике градация двигательных умений и навыков («элементарное умение» – «двигательный навык» – «умение-мастерство») практически не использована. Результаты эксперимента свидетельствуют, что среди специалистов нет единого мнения о закономерностях формирования двигательных навыков [3, с. 85–93]. Одна из главных характеристик двигательного навыка – *автоматизация движений* – понимается по-разному. Н.А. Бернштейн под автоматизацией движений понимал переключение *тех или иных структурных компонент двигательного акта* на нижележащие, в данный момент не осознаваемые уровни [8, с. 140]. В отечественной спортивной педагогике в результате трансформации этой точки зрения некоторые специалисты под автоматизацией понимают механизмы управления движениями, реализуемые автоматически, без участия сознания. П.К. Анохин установил, что в процессе перехода от произвольных движений к автоматизированным происходит «... прогрессивное устранение афферентных влияний из общей суммы афферентаций данной системы. ... Конечным итогом сужения афферентации всегда является сохранение какой-то остаточной, иногда очень ограниченной “ведущей афферентации”» [4, с. 214]. Точка зрения П.К. Анохина созвучна взглядам Н.А. Бернштейна, но в спортивной педагогике не нашла достойного отражения. Отметим также, что приведенная выше градация двигательных умений и навыков, принятая в теории и методиках физического воспитания, отличается от соответствующей градации, разработанной психологами. В этой связи вопрос о стадиях формирования двигательного навыка на этапах обучения военнослужащих решению двигательных задач («обучение обусловленным двигательным действиям» – «обучение преднамеренным двигательным действиям» – «обучение преднамеренно-экспромтным двигательным действиям» – «обучение экспромтным двигательным действиям») требует дополнительных исследований.

**Заключение.** Таким образом, двигательные задачи, которые потенциально могут возникнуть в условиях боевой деятельности военнослужащих или возникают в процессе подготовки к ней, могут быть дифференцированы на основе отличий в физиологических механизмах «принятия решений»

о способах и механизмах решения соответствующих двигательных задач. Среди двигательных задач необходимо различать: 1) задачи, которые военнослужащий решал ранее, и решения которых сохранились в аппаратах памяти; 2) задачи, которые ранее в процессе двигательной деятельности военнослужащего не возникали. Среди двигательных задач, механизмы решения которых сохранились в аппаратах памяти, целесообразно различать: 1) задачи, которые были решены успешно; 2) задачи, которые ранее человек решал неудачно.

Дифференциация двигательных задач, проведенная на основе отличий в физиологических механизмах «принятия решений», требует и соответствующего дифференцированного подхода к обучению их решению.

Техническую и тактическую подготовку в процессе физической подготовки военнослужащих целесообразно осуществлять во взаимосвязи в рамках процесса обучения решению двигательных задач, возникающих в условиях боевой деятельности или при подготовке к ней.

Обучение военнослужащих умениям принимать эффективные решения о способах разрешения двигательных ситуаций и моментах начала двигательных действий целесообразно отнести к тактической подготовке, а обучение умениям и навыкам реализовывать системы движений, посредством которых и решаются двигательные задачи, – к технической подготовке.

При использовании в качестве методологической основы обучения теории функциональных систем П.К. Анохина в процессе обучения решению двигательных задач могут быть выделены четыре этапа: этапы обучения обусловленным, преднамеренным, преднамеренно-экспромтным и экспромтным двигательным действиям. Особенности обучения на этих этапах обусловлены отличиями в физиологических механизмах «принятия решений», выявленных при разработке названной теории.

Предлагаемая модель процесса обучения решению двигательных задач, которые потенциально могут возникнуть в условиях боевой деятельности военнослужащих или возникают в процессе подготовки к ней, дает основание для оптимизации объема и интенсивности средств технической и тактической подготовки на этапах обучения, позволяет конкретизировать их направленность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эйдер, Е. Обучение движению / Е. Эйдер, С.Д. Бойченко, В.В. Руденик. – Барановичи: РУПП «Барановичская укрупненная типография», 2003. – 291 с.

2. Теория и методика физического воспитания: учебник для студентов ф-тов физ. культуры пед. ин-тов / Б.А. Ашмарин [и др.]; под ред. Б.А. Ашмарина. – М.: Просвещение, 1990. – 287 с.
3. Руденик, В.В. Теоретико-методические основы обучения двигательным действиям / В.В. Руденик. – Гродно: ГрГУ, 2007. – 275 с.
4. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 448 с.: ил.
5. Гавроник, В. И. Состав и структура технико-тактической подготовки военнослужащих / В.И. Гавроник, В.В. Руденик, А.А. Немытов // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – СПб.: Военный институт физической культуры. – № 5(9). – 2010. – С. 51–54.
6. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры: учебник для студентов ин-тов физ. культуры / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 543 с.
7. Теория физического воспитания: учеб. пособие для ин-тов физ. культуры / А.Д. Новиков [и др.]; под ред. А.Д. Новикова, Л.П. Матвеева. – М.: Физкультура и спорт, 1959. – 390 с.
8. Бернштейн, Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн. – М.: Медгиз, 1947. – 257 с.
9. Боген, М.М. Обучение двигательным действиям / М.М. Боген. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 192 с.
10. Келлер, В.С. Деятельность спортсменов в вариативных конфликтных ситуациях / В.С. Келлер. – Киев: Здоров'я, 1977. – 184 с.
11. Бойченко, С.Д. Особенности обучения двигательным действиям в средних учебных заведениях милиции / С.Д. Бойченко, В.В. Руденик, В.Е. Костиюкович // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 3. – С. 52–55.
12. Инструкція о порядку організації фізическої підготовки і спорту в Збройних Силах. – Минск: МО РБ, 2014. – 163 с.

#### REFERENCES

1. Eider E., Boichenko S.D., Rudenik V.V. Obuchenie dvizheniyu [Teaching Movement], Baranovich, RUPP Baranovichskaya jkrupnennaya tyografija, 2003, 291 p.
2. Ashmarin B.A. Teoriya i metodika fizicheskogo vospitaniya: ucheb. dlja studentov f-tov fiz. kulturni ped. in-tov [Theory and Methods of Physical Training: Physical Training Departments of Pedagogical Institute Textbook], M., Prosveshcheniye, 1990, 287 p.
3. Rudenik V.V. Teoretiko-metodicheskiye osnovi obucheniya dvigatelnim deistviyam [Theoretical and Methodological Bases of Motor Movement Teaching], Grodno, GrGU, 2007, 275 p.
4. Anokhin P.K. Ocherki po fiziologii finktsionalnikh system [Essays on Physiology of Functional Systems], M., Meditsina, 1975, 448 p.
5. Gavronik V.I., Rudenik V.V., Netytov A.A. Aktualniye problemi fizicheskoi i spetsialnoi podgotovki silovikh struktur [Topical Issues of Physical and Special Training of Law Enforcement Units], Saint Petersburg, Voeninii institut fizicheskoi kulturni, 2010, 5(9), pp. 51–54.
6. Matveyev L.P. Teoriya i metodika fizicheskoi kulturni: uchebnik dlja stud. Institutov fizicheskoi kulturni [Theory and Methods of Physical Training: Physical Training Institute Textbook], M., Fizkultura i sport, 1991, 543 p.
7. Novikov A.D., Matveyev L.P. Teoriya fizicheskogo vospitaniya: uchebnoye posobiye dlja institutov fizicheskoi kulturni [Theory of Physical Training: Textbook for Physical Training Institutes], M., Fizkultura i sport, 1959, 390 p.
8. Bernstein N.A. O postroyenii dvizhenii [On Building Up Movements], M., Medgiz, 1947.
9. Bogen M.M. Obuchenije dvigatelnim deistviyam [Teaching Motor Activities], M., Fizkultura i sport, 1985, 192 p.
10. Keller V.S. Deyatelnost sportsmenov v variativnikh konfliktnikh situatsiyakh [Activity of Sportsmen in Various Conflict Situations], Kyiv, Zdoroviya, 1977, 184 p.
11. Boichenko S.D., Rudenik V.V., Kostiukovich V.E. Teoriya i praktika fizicheskoi kulturni [Theory and Practice of Physical Training], 2006, 3, pp. 52–55.
12. Instruksiya o poriadke organizatsii fizicheskoi podgotovki i sporta v Vooruzhennikh Silakh [Manual on the Order of Setting up Physical Training and Sport in Armed Forces], Mn., MO RB, 2014, 163 p.

Поступила в редакцию 22.06.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: vrudenik@yandex.ru – Руденик В.В.

## Глобальные тенденции реформирования образования в современном мире

А.П. Орлова, В.В. Тетерина

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

*Акцент на совершенствовании развития системы образования в Республике Беларусь актуализирует обращение к зарубежному опыту реформирования образования.*

*Цель исследования – выявить проблемы и глобальные тенденции реформирования образования в современном мире, которые могут быть учтены в образовательной политике Республики Беларусь.*

**Материал и методы.** Материалом послужили труды отечественных и зарубежных ученых, касающиеся проблемы современных тенденций образования в зарубежных странах. Реализованы методы сравнительно-сопоставительного анализа, систематизации.

**Результаты и их обсуждение.** В статье акцентировано внимание на детерминантах осуществления образовательных реформ, мировых проблемах в образовании, определяющих основные направления его дальнейшего реформирования.

**Заключение.** Выявлены ведущие проблемы, положившие начало широкому реформационному процессу образования в мире, выявлены его современные глобальные тенденции, представляющие интерес для развития образования в Республике Беларусь.

**Ключевые слова:** глобализация и регионализация образования, диверсификация, демократизация и гуманизация образования, дистанционное образование, образовательные реформы, экстенсивное и интенсивное развитие образования.

## Contemporary Global Tendencies of Education Reform

A.P. Orlova, V.V. Teterina

Educational Establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masharov»

*Accent on improvement of the education system of the Republic of Belarus makes addressing foreign experience of education reform topical.*

*The purpose of the study is to identify issues and global tendencies of contemporary education reform which can be taken into account in the education policy of the Republic of Belarus.*

**Material and methods.** The material is works by national and foreign scholars referring to the issue of contemporary education tendencies in other countries. The implemented methods are comparative analysis, systematization.

**Findings and their discussion.** In the article attention is paid to main determinants of education reforms, global education issues which determine basic direction of its further reform.

**Conclusion.** Leading issues which triggered wide education reform process in the world are identified, its contemporary global tendencies are found out which are interesting for the development of education in the Republic of Belarus.

**Key words:** globalization and regionalization of education, diversification, democratization and humanization of education, distant education, education reforms, extensive and intensive education development.

Проведенное исследование позволяет утверждать, что в настоящее время имеется ряд диссертаций, посвященных изучению образования в современных странах: Западная Европа и США (Т.В. Автономова, 2003); Великобритания (Г.П. Алексеевич, 1992); Франция (Е.Я. Орехова, 2004); Финляндия (Д.А. Володин, 2011); Швеция (Э.Э. Исмаилов, 2004); Италия и Венгрия (Е.В. Мишина, 2006). Особый пласт, касающийся тенденций преобразования современной зарубежной школы, представляют собой работы, анализирующие развитие китайской системы образования. Об этом свидетельствует, в частности, серия исследований, выполненных на уровне кандидатских диссертаций (М.А. Боечко, 2006; Фу Сяо

Ся, 2000; Хэ Сяоган, 2004; Цзян Сяоянь, 2009; Мэй Ханьчэн, 2005; Цзян Цзюнь, 2007; Ли Цзюньхой, 2004; Цао Ян, 2004; Ду Яньян, 2004; Ли Яньхуэй, 2007). Вышесказанное подтверждает, что на рубеже XX–XXI вв. для мирового сообщества характерен поиск новых направлений и форм развития образования – более демократичных и результативных с позиции интересов общества. Необходимость обновления и реформирования современного образования, его совершенствования и повышения уровня качества является важнейшей социокультурной проблемой и для Беларуси, что в значительной мере обусловливается мировыми процессами глобализации и потребностями формирования позитивных

условий для индивидуального развития человека, его социализации и самореализации. В связи с этим анализ и осмысление глобальных тенденций реформирования образования в современном мире может оказаться своевременным и актуальным.

Цель исследования – выявить проблемы и глобальные тенденции реформирования образования в современном мире, которые могут быть учтены в образовательной политике Республики Беларусь.

**Материал и методы.** Материалом послужили труды отечественных и зарубежных ученых, касающиеся проблемы современных тенденций образования в зарубежных странах (Д.А. Володин, Н.К. Зинькова, В.А. Капранова, А.П. Орлова, В. Романова, Л.Н. Талалова, В.В. Тетерина, Г.Ф. Ткач, В.М. Филиппов, В.Н. Чистохвалов).

Реализованы методы сравнительно-сопоставительного анализа и систематизации:

- аналитический – теоретический анализ отечественной и зарубежной исторической педагогической литературы по проблеме исследования;

- сравнительный – анализ структуры и содержания образования в ряде зарубежных стран (западноевропейские, азиатские страны, США).

**Результаты и их обсуждение.** С задачами реформирования и обновления системы образования сталкивается любое общество на протяжении своего существования. И чем быстрее и кардинальнее происходят в обществе те или иные изменения, тем интенсивнее и кардинальнее требуются реформы в образовании. Примером подобных социальных изменений, приведших к обновлению образования, в свое время стала промышленная революция XIX века, обеспечившая шаг к его профессионализации и массовости. Сегодня мы являемся свидетелями влияния на реформационные процессы в области образования значительного числа глобальных факторов, важнейшим среди которых можно считать переход человечества от индустриального общества к информационному.

Ключевые детерминанты процесса реформирования образования в современном мире активно начали проявлять себя с 70-х годов XX века. Именно в этот период в различных странах разрабатываются проекты реформ, законы, положившие начало широкому реформационному процессу образования в мире. Закономерность проведения образовательных реформ в мире объясняется рядом причин. Приведем самые важные из них:

- демографический взрыв конца 40-х годов и в связи с этим рост количества учащихся сначала в общеобразовательных школах, а затем в выс-

ших учебных заведениях. Вследствие этого в 1960–1975 гг. количество студентов в мире выросло с 12 до 34 млн чел.;

- научно-информационный взрыв, в результате которого на современного человека обрушилась лавина новых знаний, а их селекция, переработка и сохранение усложнились;

- рост производственной мобильности, характеризующейся значительно большей, чем в прошлом, интенсификацией, исчезновением одних и появлением новых профессий;

- увеличение потребности в кадрах более высокой квалификации;

- массовая миграция населения трудоспособного возраста из сельского хозяйства в промышленность и сферу услуг;

- возрастание роли науки и современной технологии в жизни общества и отдельной личности;

- развитие средств массовой информации и коммуникации;

- относительное увеличение доли свободного времени в результате внедрения достижений технического и технологического прогресса;

- возрастание уровня благосостояния людей (даже в слаборазвитых странах) и т.п.

Активное влияние перечисленных выше факторов, а также ряд новых тенденций развития обществ определили продолжение реформ различных ступеней и форм образования.

Характерной чертой развитых стран мира становится приоритетность образования. Показатели его уровня свидетельствуют о качестве жизни государства; это критерий экономической мощи и безопасности, это сердце творческих успехов в искусстве и литературе, залог достижений в научных исследованиях. «Японское чудо» объясняется высоким уровнем образования. В возрастной группе 25–34 года 42,3% граждан Страны восходящего солнца имеют высшее образование, 50,4% – старшее среднее образование и только 7,2% – обязательное. Что касается более старшего поколения (35–44 года), то эти показатели составляют соответственно 26,9%, 53,5% и 19,5% [1–2].

Приоритетность образования в развитых зарубежных странах подтверждается соответствующими социально-политическими мерами. За счет огромных финансовых вложений в последние годы система образования Японии обеспечивала 20% прироста валового национального продукта страны. Как считают ведущие экономисты мира, вложение инвестиций в образование – самая надежная и доходная прибыль.

В настоящее время мир переживает новую экономическую революцию, в рамках которой меняется способ производства. Интеграция науки и производства, широкое использование микроэлектроники, робототехники, биотехнологий, компьютеризация и информатизация общества влекут за собой огромные перемены в сфере интеллектуального труда и быта, глубокие изменения в профессионально квалифицированном составе населения. Задача обеспечения качественным образованием всех школьников привлекает внимание крупных промышленных корпораций и фондов. Они ассигнуют немалые суммы для разработки учебных программ, подготовки специалистов, для дополнительных занятий с отстающими детьми. Немаловажным является и тот факт, что мировое образовательное пространство держит курс на охват всей молодежи полным (12–13-летним) средним образованием. В США и Японии полный 12-летний курс школы заканчивают соответственно 76% и 93% молодых людей. В Южной Корее около 95% детей заканчивают полную среднюю школу и около 47% из них продолжают обучаться в вузах или профессиональных учебных заведениях (это при том, что в Южной Корее обязательным бесплатным является обучение только в шестиклассной элементарной школе в возрасте с 6 до 12 лет. Обучение на других ступенях, в других школах и вузах – платное). Среднее образование стало необходимым минимумом для вступления человека в высокотехнологическое общество. Нужно иметь в виду и другие аспекты: бесплатность обучения, бесплатные учебники (в обязательной неполной средней школе Японии все учебники бесплатные), бесплатный транспорт, снижение платы за питание [1–3].

Однако анализ современного состояния образования позволяет говорить и о проблемах в образовании: доминирование архаичной системы трансляции знаний вместо целенаправленного формирования необходимых для жизни качеств (избыточный академизм образования); проблемы с доступом к качественному образованию; низкий уровень обеспечения преподавательского корпуса; старение преподавательского состава, гендерный перекос в его структуре и др.

Наряду с устареванием материально-технической базы и рядом других проблем в системе образования перечисленные выше проблемные зоны свидетельствуют о снижении качества образования и, в целом, о кризисе образования в мире, что определяет необходимость его своевременного реформирования.

Актуальность обозначенного определяется и тем фактом, что изначально, с «возникновением, зарождением классической модели образования, его задачи трактовались гораздо шире: там было гораздо больше и гуманистических, и гуманитарных идей. Но со временем ход развития цивилизации привел к выхолащиванию культурной проблематики, к выделению обучения, ориентированного не на формирование личности, а на подготовку функционера-профессионала» [4].

Нельзя не признать, что мировое образование испытывает в настоящее время ряд инновационных сдвигов, которые воплощаются, прежде всего, в диверсификации образования, обусловленной вызовами времени, переходом экономик к практико-ориентированным, человеко-ориентированным моделям и выработкой передовых образовательных технологий нового поколения.

Данное направление дополняется проблемами демократизации и гуманизации образования. Как считает французский ученый О. Ребуль, критерии образовательной демократии имеют сложную природу и строятся на следующих принципах. Во-первых, демократическая школа должна формировать истинных демократов. Любые проявления авторитаризма чреваты воспитанием покорности или, наоборот, стремлением к бунту. Во-вторых, необходимо стремление к максимальной продолжительности общего образования для всех. Общество не может считаться демократичным, если оно вынуждает большую часть молодежи слишком рано входить в мир труда или профессиональной подготовки. В-третьих, демократизацию образования можно обеспечить путем вариативности и многоукладности учебных заведений, широкой дифференциации обучения, диверсификации содержания образования, предоставления разным категориям учащихся свободы выбора приемлемых для них форм и темпов обучения.

Усиление гуманистических принципов в системе образования зарубежных стран выражается в изменении цели школы, ее назначения. Если традиционная парадигма образования была основана на универсальности учебных программ, фронтальном обучении, стандартизированных оценках знаний и умений, принудительности, то в центре гуманистической парадигмы образования стоит растущий человек, его потребности, интересы. Гуманизм проявляется в усилении внимания к личности школьника, его внутреннему миру, повседневному опыту, интересам, ценностным ориентациям, эмоциональной сфере.

Заслуживает внимания сегодня и идея глобализации и регионализации образования. Глобализация позволяет увязывать образовательные системы в единые мировые образовательные сети, преодолеть политические, административные, национальные, расовые, конфессиональные границы в образовании. Регионализация направлена на выделение специфики в рамках мировой сети различных моделей образования, связанных с особенностями развития того или иного региона. В качестве тренда выделяются поляризация социальных групп, фрагментация образования, введение ценза в образовании, формирование образовательных каст и сословий, образовательных укладов.

Основные идеи глобального реформирования образовательных моделей можно сформулировать следующим образом:

- представление образования не столько как инструмента локальной (по месту и времени) социальной политики, сколько средства общественного развития и разрешения общественно значимых проблем;

- школа не только как механизм воспроизводства, но и как механизм развития общества;

- перенос внимания с процесса обучения (передачи знаний) на процесс тренинга интеллектуальных функций;

- расширение набора типов знаний и реорганизация учебного материала вокруг деятельности, а не вокруг предмета [5].

Такой подход полагает, что совершенствование существующей системы образования возможно за счет перехода от нынешнего научно ориентированного образования к образованию, ориентированному на деятельность.

Заслуживает внимания вывод Д.А. Володина, сделанный на основе специального исследования современного школьного образования в Финляндии. Изучение национальных реформ Финляндии в европейском контексте позволило автору вычленить как специфические, так и основные тенденции современного образования. К специфическим для финской школы автор относит реформирование, включающее модернизацию содержания образования на основе новой парадигмы обучения и рамочной структуры образовательных программ, внедрения общих стандартов обучения для всех учащихся, совершенствования механизмов оценивания и отчетности, соблюдения баланса между общим управлением системой школьного образования и автономией школы. К ведущим тенденциям современного развития европейского школьного образования – демократизацию школы, децентрализацию управ-

ления с целью усиления школьной автономии, развитие социального партнерства учебных заведений с институтами гражданского общества; обновление содержания общего образования в соответствии с концепцией «общества знания», его ориентацию на развитие когнитивного потенциала учащихся; повышение качества обучения в соответствии с современным уровнем развития общества; совершенствование подготовки учителей на основе принципа обучения на протяжении всей жизни [6].

Систематизация наработок ученых позволяет выделить некоторые основные направления зарубежных образовательных реформ:

- изменение содержания образования. Как считают в развитых странах мира, экстенсивный путь развития школьного образования исчерпал себя. Сегодня на повестке дня – интенсивное развитие образования, улучшение его качественных характеристик. Центр тяжести в настоящее время приходится не на количественные аспекты, а на поворот школы к проблемам качества обучения и воспитания как можно большего количества детей, поворот к школе, «не просто пропускающей через себя массовые контингенты учащихся, но направляющей свои усилия на нужды индивидуального развития детей и молодежи». Это достаточно устойчивая тенденция последнего десятилетия, обусловленная «триумфом личности». Исчезает само понятие «законченное образование», оно приобретает непрерывный характер, так как постоянное приобщение к новым знаниям, повышение квалификации, самообразование и самовоспитание человека становятся первейшей потребностью на всем пути жизнедеятельности. Традиционные формы образования дополняются новыми, в том числе развитием открытого, дистанционного образования;

- усовершенствование системы государственного и создание независимой системы общественной аттестации и контроля качества образования. Государство, наряду с общественными структурами, должно выступать в качестве гаранта соответствия уровня образовательных услуг современным требованиям;

- повышение прозрачности рынка образования. Рынок образовательных услуг должен предоставить возможность выбора социальным субъектам (места обучения, направления финансирования, ресурсной поддержки и др.) на основе открытой и доступной информации об образовательной системе;

- создание равных возможностей для различных групп населения для доступа к качественному образованию. Предполагается, что эта

задача должна быть решена для всех членов общества, независимо от места жительства, национальности, пола, социального происхождения и других характеристик. По оценкам ЮНЕСКО, в настоящий момент около миллиарда человек (т.е. каждый шестой житель планеты) остаются функционально неграмотными;

- разработка системы мер по поддержке элитного сектора высшего образования – ведущих вузов и научных школ. Эти меры необходимы, чтобы обеспечить конкурентоспособность стран в отношении культуры, науки, техники и экономики; способствовать сохранению и воспроизводству основных научных школ; сформировать внутри стран систему «образцов качества» и обеспечить последовательное распространение этих стандартов на всю систему образования и подготовки научных кадров;

- интеграция отраслевой, академической и вузовской науки, непосредственное соединение науки и образования;

- обеспечение нормативного финансирования учебных заведений, в том числе на одного учащегося. Персонализация бюджетного финансирования (вместо сметного финансирования учреждений) призвана поменять ситуацию на образовательном рынке: учебные заведения теряют гарантированность финансирования, вынуждены бороться за учащегося. Тем самым увеличивается заинтересованность учебных заведений в повышении качества образовательных программ, в соответствии с текущим и перспективным спросом общества. Повышается обоснованность и прозрачность бюджетного финансирования;

- повышение эффективности реализации социальной функции образования. Достижение этой цели связывается, прежде всего, с адресной поддержкой студентов и учащихся из малообеспеченных слоев населения. Для государственных и региональных приоритетов, а также поддержки студентов из малоимущих семей вводятся адресные возвратные субсидии из бюджетов соответствующих уровней;

- поддержка экспорта образования. Для этого учитываются перспективные потребности мировых рынков труда и обеспечивается сопоставимость дипломов университетов различных стран. Это, в свою очередь, требует поддержки совместных учебных программ, а также международной мобильности преподавателей и студентов;

- формирование и развитие национальных систем отбора талантливых детей и соответствующей системы комплектования ведущих университетов. Такая система призвана способство-

вать созданию интеллектуальной элиты государств;

- разработка соответствующей времени программы по формированию, поддержанию и развитию кадров образования. Чаще всего в этом направлении речь идет об обеспечении достойного уровня зарплаты учителей и преподавателей, о развитии системы повышения квалификации педагогических кадров, об установлении порядка, при котором учебные заведения получают право отчислять определенный процент своего внебюджетного дохода на персональные пенсионные счета своих работников;

- усовершенствование системы ресурсного обеспечения образования – на уровне государственного и местного бюджетов; содействие преимущественному росту той части бюджета, которая направляется на решение задач модернизации образования по сравнению со средствами на текущее содержание образования; обеспечение ресурсной привлекательности образования; поддержка попечительского движения и создание адекватной нормативной базы для его деятельности;

- усовершенствование процесса профилизации старшей школы. В последних классах каждому обучающемуся предоставляется возможность выбора одной из 5–6 программ (например, гуманитарной, естественнонаучной, математики и информатики, экономики и права, технической, эколого-аграрной). Считается, что профильная школа позволит преодолеть не только формальный универсализм старшей школы, но и объективный разрыв между требованиями вуза и возможностями системы общего образования;

- реформа системы приема в университеты. В ее рамках университеты самостоятельно устанавливают «проходной балл» и цену обучения. В некоторых странах из числа принятых не менее 50 процентов верхних по рейтингу обучаются бесплатно. Другими словами, те, кто сегодня полностью оплачивает свое образование, имеют возможность получать часть средств от государства.

Анализ результатов процесса реформирования образования в странах мира позволяет обозначить основные тенденции его реформирования:

- *образование становится многовариантным, многообразным, многомодельным.* В связи с тем, что образование предвосхищает эволюцию потребностей человека и общества, оно должно быть готовым к удовлетворению потребностей разных категорий населения. Утверждается парадигма образования, ориентированного на обучающегося;

- *переход к парадигме «образования на протяжении всей жизни».* На смену традиционному принципу «образование на всю жизнь» приходит принцип «образование через всю жизнь», который исходит из того, что в быстро меняющемся мире надо учить учиться, учиться умению принимать самостоятельные решения, эффективно работать с постоянно меняющейся информацией в условиях как ее дефицита, так и избытка;

- *постоянная адаптация образовательных программ к современным и будущим потребностям, рост качества образования.* Качество образования связано, прежде всего, с его фундаментализацией, предполагающей перенос акцента с узкого профессионала на фундаментально образованного коммуникативного человека, творческую личность, способную к смене деятельности в соответствии с теми изменениями, которые происходят в различных сферах.

Меняется и само понятие фундаментальности и фундаментализации образования. Исходным становится понимание образования как социокультурного феномена и общечеловеческой ценности;

- *опережающее развитие, ориентация на перспективу.* Оно готовит людей, способных решать задачи будущего, поэтому должно опережать настоящее, экстраполировать образовательные технологии и знания на будущее. В этом, прежде всего, и реализуется прогностическая функция образования.

Опережающее обучение преследует две основные цели. Во-первых, это воспитание способности к предвидению, предвосхищению событий, ориентация человека на сознательный выбор альтернатив, учет вариативности и неопределенности будущего, воспитание, дающее работу воображению, помогающее человеку определять траекторию своей жизнедеятельности, строить различные модели поведения и выбирать ту, которая действительно необходима человеку. Во-вторых, это обучение следованию принципу «соучастия», принятия решений на всех уровнях и заинтересованности в их реализации;

- *преодоление узкоэкономических ориентаций в высшем образовании через реализацию установки на воспитание студентов в духе гражданской ответственности и подготовки к активному участию в жизни общества.* В специальном докладе Римскому клубу «Нет пределов обучения» особо подчеркивается, что обучение не может быть ценностно нейтральным, поэтому делается сознательный акцент на ценностных критериях. Необходимо не пассивное поддержание сложившейся системы ценностей, характерной

для техногенного общества, а активное утверждение ценностей, адекватных переходу к устойчивому развитию, и, прежде всего, связанных с выживанием человечества;

- *сохранение и развитие национальных, региональных культур в условиях плюрализма и разнообразия.* Стремление интеграции образовательных систем должно учитывать, что образование теснейшим образом связано с понятием культуры. В процессе образования мир человека расширяется, что позволяет ему приобщаться к иным культурным традициям и становиться разносторонней личностью. Исходя из этого Гегель считал, что «необразованный человек не идет дальше непосредственно созерцания. Его глаза закрыты, и он не видит того, что лежит у его ног. Только знание всеобщих аспектов направляет человека на то, что нужно рассматривать главным образом» [7].

- *повышение роли и уровня научных исследований и преподавания.* Продвижение знаний путем проведения научных исследований является важной функцией всех ступеней образования;

- *ускорение развития академических дисциплин и их диверсификация; появление учебной среды, основанной на новых технологиях, видах образовательного обслуживания.* Учебные заведения, опираясь на преимущества и возможности, предоставляемые новыми информационными и коммуникационными технологиями, должны играть ведущую роль и обеспечивать качество и строгие нормы практики и результатов образования путем создания новых форм учебной среды. Следует, начиная от средств дистанционного образования до полноценных «виртуальных» высших учебных заведений, способных разрабатывать высококачественные системы образования, осуществлять деятельность на основании уважения культурной и общественной самобытности.

**Заключение.** Таким образом, исследование показало, что новые тенденции в развитии общества выступают ведущим фактором реформирования образования в современном мире. Инновационные сдвиги в образовательной политике зарубежных стран проявляются в усилении диверсификации, демократизации, гуманизации, глобализации и регионализации образования и выступают не столько инструментом локальной социальной политики, сколько средством общественного развития и разрешения общественно значимых проблем, учет которых необходим и для Беларуси, стремительно входящей в мировой образовательный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлова, А.П. История педагогики: учеб. пособие: в 2 ч. / А.П. Орлова, Н.К. Зинькова, В.В. Тетерина; под ред. А.П. Орловой. – Минск: РИВШ, 2012. – Ч. 2. – 284 с.
2. Тенденции развития и реформы образования в мире: учеб. пособие / Г.Ф. Ткач, В.М. Филиппов, В.Н. Чистохвалов. – М.: РУДН, 2008. – 303 с.
3. Капранова, В.А. Образовательные реформы: отечественный и зарубежный опыт: монография / В.А. Капранова. – Минск, 2007. – 162 с.
4. Талалова, Л.Н. Реформирование образования как механизм социальных изменений: обоснование выбора и стратегий / Л.Н. Талалова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.humanities.edu.ru/db/msg/46575>. – Дата доступа: 02.09.2015 г.
5. Романова, В. Модели образования в современном мире / В. Романова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dialogs.org.na/crossroad+fuU.php7?m-id=1498>. – Дата доступа: 27.08.2015 г.
6. Володин, Д.В. Современное школьное образование в Финляндии: национальные реформы в европейском контексте: автореф. ... дис. канд. пед. наук / Д.А. Володин. – Тула, 2011. – 18 с.
7. Гадамер, Х.Г. Истина и метод / Х.Г. Гадамер. – М.: Прогресс, 1988. – С. 5; Гегель, Г.В.Ф. Работы разных лет: в 2 т. / Г.В.Ф. Гегель. – М., 1971. – Т. 2. – С. 63.

REFERENCES

1. Orlova A.P., Zinkova N.K., Teterina V.B. *Istoriya pedagogiki: ucheb. posobiye. V 2 ch. Ch.2* [History of the Science of Education: Textbook. Part 2], Minsk, RIVSh, 2012, 284 p.
2. Tkach G.F., Filippov V.M., Chistokhvalov V.N. *Tendentsii razvitiya i reformi obrazovaniya v mire* [Tendencies of Development and Education Reforms in the World], M., RUDN, 2008, 303 p.
3. Kapranova V.A. *Obrazovatelniye reformi: otechestvennii i zarubezhnii opit: monografiya* [Education Reforms: National and Foreign Experience: Monograph], Minsk, BUPU, 2007, 162 p.
4. Talalova L.N. *Reformirovaniye obrazovaniya kak mekhanizm sotsialnikh izmenenii: obosnovaniye vibora i strategii* [Reform of Education as Mechanism of Social Changes: Choise and Strategy Grounding]. – Mode of access: <http://www.humanities.edu.ru/db/msg/46575>. – Date of access: 02.09.2015.
5. Romanova V. *Modeli obrazovaniya v sovremennom mire* [Education Models in Contemporary World]. – Mode of access: <http://www.dialogs.org.na/crossroad+fuU.php7?m-id=1498>. – Date of access: 27.08.2015.
6. Volodin D.V. *Sovremennoye shkolnoye obrazovaniye v Finliandii: natsionalniye reformi v yevropeiskom kontekste: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk* [Contemporary School Education in Finland: National Reforms in European ContextL PhD Dissertation Summary], Tula, 2011, 18 p.
7. Gadamer X. G. *Istina i metod* [Truth and Method], M., Progress, 1988, 5 p; Gegel G.V.F. *Raboti raznikh let* [Works of Different Years], Vol. 2, M., 1971, p. 63.

Поступила в редакцию 17.09.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: [annaor39@yandex.ru](mailto:annaor39@yandex.ru) – Орлова А.П.

## О прогностических показателях синдрома эмоционального выгорания у педагогов

**А.В. Ракицкая**

*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы»*

*Профессиональная деятельность педагога сопряжена с различного рода трудностями, возникающими во взаимодействии с учащимися, их родителями, коллегами и администрацией, что вызывает негативные эмоции у педагогов. Вместе с тем в связи с существующими социокультурными нормами, а также необходимостью придерживаться предъявляемых к педагогу профессионально-нравственных требований педагог не может выразить агрессию открытым путем, что приводит к накоплению невыраженной агрессии, на сдерживание и подавление которой тратятся физические и психические силы, вследствие чего у педагогов возникает и развивается синдром эмоционального выгорания.*

*Цель исследования – определение прогностических показателей синдрома эмоционального выгорания у педагогов.*

**Материал и методы.** Степень выраженности синдрома эмоционального выгорания диагностировалась при помощи опросника на выгорание К. Маслач и С. Джексона, адаптированного Н.Е. Водопьяновой. Для выявления параметров личностной агрессии использовался опросник измерения агрессивных и враждебных реакций А. Басса и А. Дарки. Для оценки ситуативной агрессии применяли шкалу реактивной и проактивной агрессии Э. Роланда и Т. Идсе. В исследовании приняли участие 448 педагогов, среди них 336 женщин и 102 мужчины.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования установлено, что прогностическими показателями синдрома эмоционального выгорания у педагогов являются высокая косвенная агрессия, высокая враждебность, высокая реактивная агрессия, высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией, а также низкая проактивная агрессия, связанная с проявлением власти. У женщин прогностическими показателями синдрома эмоционального выгорания выступают высокая враждебность и высокая реактивная агрессия. У мужчин такими показателями являются деструктивная направленность агрессии, высокая вербальная агрессия, высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией, а также низкая проактивная агрессия, связанная с проявлением власти.

**Заключение.** Прогностическими показателями синдрома эмоционального выгорания у педагогов являются высокая косвенная агрессия, высокая враждебность, высокая реактивная агрессия, высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией, а также низкая проактивная агрессия, связанная с проявлением власти.

**Ключевые слова:** синдром эмоционального выгорания у педагогов, эмоциональное истощение, деперсонализация, редукция профессиональных достижений, личностная агрессия, ситуативная агрессия.

## About Predictor of Teacher Burnout Syndrome

**H.V. Rakitskaya**

*Educational Establishment «Grodno State Yanka Kupala University»*

*Professional work of teachers is associated with various kinds of difficulties arising in the interaction with students, parents, colleagues and administration, which causes negative emotions among educators. At the same time in relation to the existing social and cultural norms, and the need to adhere to professional and moral requirements, the teacher can not express aggression openly, which leads to accumulation of unexpressed aggression, to control and suppress which physical and mental strength is spent, due to which educators exhibit development of burnout syndrome.*

*The purpose of this study was to determine the prognostic indicators of teacher burnout syndrome.*

**Material and methods.** The severity of emotional burnout syndrome was diagnosed using K. Maslach and C. Jackson Burnout Questionnaire adapted by N.E. Vodopyanova. With the help of the Questionnaire measuring aggressive and hostile A. Bass and A. Darky Reactions, parameters of personal aggression were measured. To assess situational aggression scale of reactive and proactive aggression by Roland E. and T. Idse was used. The study involved 448 teachers, including 336 women and 102 men.

**Findings and their discussion.** The study found out that the predictor of teacher burnout is high indirect aggression, high hostility, high reactive aggression, high proactive aggression associated with affiliation, as well as low proactive aggression associated with the manifestation of power. Women predictor of burnout are high hostility and highly reactive aggression. Such indicators of men are destructive direction of aggression, high verbal aggression, high proactive aggression associated with affiliation, as well as low proactive aggression associated with the manifestation of power.

**Conclusion.** Predictor of teacher burnout is high indirect aggression, high hostility, high reactive aggression, high proactive aggression associated with affiliation, as well as low proactive aggression associated with the manifestation of power.

**Key words:** teacher burnout syndrome, emotional exhaustion, depersonalization, the reduction of professional achievements, personal aggression, situational aggression.

Профессиональная деятельность педагога характеризуется достаточно высоким уровнем эмоционального напряжения, возникающего вследствие частого пребывания учителя в педагогически сложных ситуациях [1]. На рабочем месте педагог ежедневно сталкивается с несоблюдением учениками установленных правил поведения в школе и классе, игнорированием требований учителя, отсутствием осознанного отношения к учебной деятельности, агрессивным поведением, враждебностью, пассивностью учеников, конфликтами между учащимися. Отказ учеников от ответа, низкие баллы по преподаваемому предмету, отсутствие дневников, демонстративное поведение учеников, их попытки списать решение учебного задания, недостаточные ответы, разговоры на уроке – все это, казалось бы, незначительные события провоцируют появление различных агрессивных реакций у педагога. Кроме того, учитель включен во взаимодействие с коллегами и администрацией, которое сопровождается порой несогласием и непримиримостью в отношении достижения общих производственных задач, конфликтностью, проявлением неуважения. Взаимодействие с родителями учащихся также сопряжено с различного рода трудностями. Все эти обстоятельства и атрибуты педагогической деятельности выступают стимулами для возникновения у учителя агрессии. Но в связи с предъявляемыми к педагогу профессионально-этическими требованиями учитель не может выразить агрессию открытым путем, что приводит к накоплению невыраженной агрессии, на подавление и сдерживание которой тратятся физические и психические силы.

Согласно аффективно-динамической модели для человека, попавшего в ситуацию депривации или фрустрации, характерно нарастание напряженности, что приводит как к возрастанию активности, увеличению интенсивности внешних реакций с целью удовлетворения потребностей, так и к усилению внутренней активности, в частности, к использованию механизмов психологической защиты для уменьшения напряжения. И то, и другое может стимулироваться определенными эмоциями, сопровождающими либо реализацию потребности, либо ее сдерживание [2]. В связи с вышесказанным мы предполагаем, что педагог, попадая в эмоционально сложную ситуацию, испытывает агрессию, гнев, но адекватно не выражает их в связи с влиянием социальных и профессиональных факторов, что приводит либо к подавлению и сдерживанию агрессии, возникновению враждебности, либо к открытым агрессивным действиям. По нашему мнению, это

создает условия для деструктивных физических и психических последствий для эмоционального состояния педагога, в частности, для развития синдрома эмоционального выгорания.

Под синдромом эмоционального выгорания мы, вслед за К. Маслач, С. Джексоном, понимаем синдром эмоционального истощения, деперсонализации и уменьшения профессиональных достижений, возникающий у индивидов, работающих с людьми. Под эмоциональным истощением понимается чувство эмоциональной опустошенности и усталости, вызванное собственной работой. Деперсонализация предполагает циничное отношение к труду и объектам своего труда. Под редуцией профессиональных достижений понимается возникновение у работников чувства некомпетентности в своей профессиональной сфере, осознание неуспеха в ней [3].

В настоящее время изучению синдрома эмоционального выгорания посвящено ряд работ как зарубежных (К. Маслач, С. Джексон, Э. Пайнс, В. Шауфели, М. Ляйтер, Х. Фишер, К. Чернисс, Дж. Еделвич, Р. Бродский, Д. Этзион), так и отечественных (М.М. Скугаревская, Е.А. Трухан и др.) исследователей. Необходимо отметить, что в последние десятилетия основные усилия ученых были направлены на выявление факторов, вызывающих выгорание, а также на определение прогностических показателей синдрома эмоционального выгорания. Вместе с тем, нами не обнаружены исследования, рассматривающие различные характеристики личностной и ситуативной агрессии как прогностические показатели синдрома эмоционального выгорания, в частности, у педагогов.

Цель статьи – выявление прогностических показателей синдрома эмоционального выгорания у педагогов.

**Материал и методы.** В исследовании приняли участие 448 педагогов с высшим образованием, проходящих курсы повышения квалификации на базе ГрИРО (г. Гродно), из них 336 женщин и 102 мужчины. Педагогический стаж работы учителей составил от 1 года до 38 лет. Степень выраженности синдрома эмоционального выгорания (СЭВ), эмоционального истощения (ЭИ), деперсонализации (ДП), редуции профессиональных достижений (РПД) диагностировалась при помощи опросника на выгорание МВІ К. Маслач и С. Джексона, адаптированного Н.Е. Водопьяновой [1]. Для выявления следующих параметров: физической агрессии (ФА), вербальной агрессии (ВА), косвенной агрессии (КА), враждебности (ВРЖД), общей агрессивности (ОА), направленности агрессии (НПА), агрес-

сивной мотивации (АМ) [4] – использовался опросник измерения агрессивных и враждебных реакций А. Басса и А. Дарки. Для оценки ситуативной агрессии применяли шкалу реактивной и проактивной агрессии Э. Роланда и Т. Идсье, позволяющую измерить такие параметры, как реактивная агрессия (РА), проактивная агрессия, связанная с проявлением власти (ПАВ), проактивная агрессия, связанная с аффилиацией (ПАА) [5].

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования нами установлены прогностические показатели синдрома эмоционального выгорания у педагогов, а также выявлены особенности прогностических показателей выгорания и его компонентов у педагогов с учетом фактора пола.

*Прогностические показатели синдрома эмоционального выгорания у педагогов.* Согласно результатам проведенного исследования высокий уровень синдрома эмоционального выгорания свойственен педагогам с высокой реактивной агрессией, отличающимся высокой враждебностью, характеризующимся высокой косвенной агрессией, высокой проактивной агрессией, связанной с аффилиацией, а также низкой проактивной агрессией, связанной с проявлением власти, о чем свидетельствует уравнение регрессии  $CЭВ = 54,559 + 0,603 РА + 0,419 ВРЖД - 1,007 ПАВ + 0,750 КА + 0,583 ПАА$ . Так, у педагогов часто переживаемые обиды, подозрительность к окружающим, обусловленные гневом на весь мир за собственные страдания, проявления недоверия и осторожности по отношению к людям, основанные на убеждении, что окружающие хотят причинить им вред, что сопровождается проявлением агрессивных реакций окольными путями, приводят к синдрому эмоционального выгорания. Кроме того, педагоги, для которых характерно поведение по схеме фрустрация–гнев–нападение, испытывающие в высокой степени положительные эмоции от использования агрессии для получения результата, стремящиеся к объединению с другими агрессорами, а также в низкой степени получающие удовольствие от реализации власти, склонны к проявлениям синдрома эмоционального выгорания.

Вместе с тем, представляет интерес вопрос: каковы особенности прогностических показателей синдрома эмоционального выгорания у педагогов в зависимости от фактора пола? Проведение регрессионного анализа позволило нам установить, что высокий уровень синдрома эмоционального выгорания свойственен высоковраждебным женщинам с высокой реактивной агрес-

сией, о чем свидетельствует уравнение регрессии:  $CЭВ = 56,335 + 0,852 ВРЖД + 0,713 РА$ . Женщины, считающие, что они не получают того, что им положено (внимания, поощрения, признания) и что это несправедливо по отношению к ним, в то время как другие люди (например, коллеги), по мнению женщин, имеют то, что хотят, что сопровождается легко возникающими проявлениями возмущения, гнева, в большей степени подвержены физическому и психическому истощению. Испытывая зависть и при этом полагая, что другие им завидуют, проявляя при этом недоверие к окружающим, женщины переживают в итоге разочарованность, апатию, потерю интереса к ученикам, коллегам, к своей профессиональной деятельности. Согласно результатам исследования высокая степень синдрома эмоционального выгорания характерна для мужчин, характеризующихся конструктивной направленностью агрессии, с высокой вербальной агрессией, высокой проактивной агрессией, связанной с аффилиацией, а также низкой проактивной агрессией, связанной с проявлением власти. Уравнение регрессии  $CЭВ = 57,008 - 2,471 ПАВ + 2,081 ПАА + 2,578 ВА - 0,643 НПРА$  подтверждает данное заключение. Так, одними из прогностических показателей синдрома эмоционального выгорания у мужчин являются такие переменные, характеризующие личностную агрессию, как конструктивная направленность агрессии и высокая вербальная агрессия. Мужчины, выражающие негативные чувства как через форму (крик, брань), так и через содержание (угрозы, ругань), даже при этом таким образом достигающие результата, склонны к физическому и психическому истощению. Кроме того, прогностическими показателями синдрома эмоционального выгорания у мужчин выступают высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией, и низкая проактивная агрессия, связанная с проявлением власти. Это свидетельствует о том, что мужчины, получающие в высокой степени положительные эмоции от использования агрессии для получения результата, стремящиеся к объединению с другими агрессорами, а также в низкой степени получающие удовольствие от реализации власти, возможности доминирования при помощи агрессивных действий, в большей степени истощаются физически и психически в ходе осуществления профессиональной деятельности.

*Прогностические показатели эмоционального истощения у педагогов.* Высокий уровень эмоционального истощения, являющегося одним из основных компонентов синдрома эмоционального выгорания, свойственен враж-

дебно настроенным педагогам с высокой реактивной агрессией, высокой косвенной агрессией, высокой агрессивной мотивацией, низким уровнем общей агрессивности, низкой проактивной агрессией, связанной с аффилиацией, о чем свидетельствует уравнение регрессии  $\text{ЭИ} = 16,824 + 0,449 \text{ ВРЖД} + 0,374 \text{ РА} - 0,500 \text{ ПАА} + 1,852 \text{ КА} - 1,322 \text{ ОА} + 0,971 \text{ АМ}$ . Педагоги, для которых характерны проявления обиды, ненависти к окружающим (при этом свои агрессивные реакции не проявляются ими напрямую и для них находится рациональное обоснование), находятся в группе риска развития эмоционального истощения. Кроме этого, прогностическими показателями эмоционального истощения у педагогов вне зависимости от пола являются высокий уровень реактивной агрессии и низкий уровень проактивной агрессии, связанной с аффилиацией.

На основании полученного уравнения регрессии  $\text{ЭИ} = 17,361 + 0,803 \text{ ВРЖД} + 0,331 \text{ РА} - 1,403 \text{ ВА} + 0,882 \text{ АМ} - 0,955 \text{ ФА}$  можно сделать вывод о том, что высокий уровень эмоционального истощения характерен для высоковраждебных женщин с высокой реактивной агрессией, высокой агрессивной мотивацией, низкой вербальной агрессией, отличающихся низкой физической агрессией. Враждебно настроенные женщины, склонные к проявлениям ярости, гнева во фрустрирующих ситуациях, позволяющие себе быть грубыми по отношению к людям, которые им не нравятся, но, при этом, словесно и физически не склонные наносить окружающим вред, в большей степени испытывают желание уединиться, чувствуют усталость и эмоциональную опустошенность, считая, что они слишком много и тяжело работают. Высокая степень эмоционального истощения свойственна мужчинам с высокой реактивной агрессией, с высокой степенью проактивной агрессии, связанной с аффилиацией, характеризующимся низкой враждебностью, низкой проактивной агрессией, связанной с проявлением власти, о чем свидетельствует уравнение регрессии  $\text{ЭИ} = 21,341 - 1,237 \text{ ПАВ} + 0,665 \text{ РА} + 0,945 \text{ ПАА} - 0,583 \text{ ВРЖД}$ . В группе риска развития эмоционального истощения находятся мужчины, испытывающие во фрустрирующей ситуации гнев и переходящие в ней к агрессивному нападению, характеризующиеся в высокой степени использованием для достижения определенного результата агрессии, сопровождающейся ощущением единства с другими агрессорами в отношении впечатления о тех или иных отрицательных чертах жертвы. При этом, проявляя агрессию, мужчина испытывает положительные эмоции от причинения вреда жертве.

Хочется отметить, что для мужчин, не склонных к переживанию зависти, ненависти к окружающим, осторожности по отношению к людям, основанной на убеждении, что окружающие хотят причинить им вред, в большей степени характерны проявления эмоционального истощения в отличие от выявленной нами тенденции у женщин. Кроме этого представляет интерес, что эмоционально истощаются в большей степени мужчины, характеризующиеся отсутствием желания угрожать тем, кто с ними не согласен, не получающие удовольствие от реализации власти, возможности доминирования в педагогическом взаимодействии.

*Прогностические показатели деперсонализации у педагогов.* Высокая степень деперсонализации свойственна педагогам с деструктивной направленностью агрессии, высокой реактивной агрессией, высокой проактивной агрессией, связанной с аффилиацией, а также с низкой вербальной агрессией, о чем свидетельствует полученное в результате регрессионного анализа уравнение  $\text{ДП} = 3,961 + 0,233 \text{ НПРА} + 0,206 \text{ РА} - 0,356 \text{ ВА} + 0,258 \text{ ПАА}$ . Педагоги, в низкой степени выражающие негативные чувства как через форму, так и через содержание словесных ответов, но при этом характеризующиеся разрушительным характером проявляемой агрессии, подвергаются риску развития циничного отношения к себе и окружающим. В сложных ситуациях данные педагоги склонны проявлять гнев и нападать на своих обидчиков, объединяясь при этом с другими, что приводит к явлениям деперсонализации.

В результате исследования выявлено, что высокая степень деперсонализации свойственна высоковраждебным женщинам с высокой реактивной агрессией, отличающимся высокой косвенной агрессией, что подтверждает уравнение регрессии  $\text{ДП} = 2,814 + 0,378 \text{ ВРЖД} + 0,293 \text{ РА} + 0,360 \text{ КА}$ . Женщины, недоверяющие коллегам, ученикам, при этом полагающие, что их не любят окружающие и обсуждают их поведение за спиной, между тем сами склонные к выражению агрессии косвенным способом в виде сплетен, интриг, в большей степени ожесточаются против других, относятся к людям как к предметам. Им становится безразлично, что происходит с теми, кто их окружает. Усугубляют эти проявления деперсонализации легко возникающие вспышки гнева, возмущения у женщин в ситуациях фрустрации. Уравнение регрессии  $\text{ДП} = 6,925 + 0,563 \text{ ПАА}$  позволяет сделать заключение о том, что высокая степень деперсонализации свойственна мужчинам с высокой проактивной агрессией, связанной

с аффилиацией. Высокая степень используемой для достижения определенного результата проактивной агрессии, характеризующейся ощущением единства с другими агрессорами в отношении впечатления о тех или иных отрицательных чертах жертвы, при этом сопровождающейся получением положительных эмоций от причинения вреда жертве, приводит к проявлениям цинизма, равнодушия, черствости по отношению к окружающим.

*Прогностические показатели редукции профессиональных достижений у педагогов.* Приступая к рассмотрению результатов исследования прогностических показателей редукции профессиональных достижений необходимо уточнить, что шкала «редукция профессиональных достижений» носит обратный характер. Таким образом, уравнение регрессии  $РПД = 35,602 - 0,249 ВРЖД - 0,852 КА + 0,667 ВА - 0,665 АМ + 0,544 ОА - 0,383 ПАВ$  позволило определить, что редукция профессиональных достижений свойственна высоковраждебным педагогам с высоким уровнем косвенной агрессии, агрессивной мотивации, проактивной агрессии, связанной с проявлением власти, а также с низкой общей агрессивностью и низкой вербальной агрессией. Так, педагоги, занимающиеся поиском и обоснованием причин своего агрессивного поведения, вынашивающие злобу и ненависть в отношении окружающих, но при этом не склонные к проявлению агрессии в открытой словесной форме, а использующие косвенные формы выражения агрессивных реакций (сплетни, интриги), пытающиеся реализовать при помощи агрессии власть в профессиональной деятельности, теряют ощущение, что их работа нужна людям и представляет ценность для них лично, перестают строить профессиональные планы на будущее, так как теряют веру в их реализацию.

При изучении особенностей прогностических показателей редукции профессиональных достижений у женщин нами выявлено, что высокая степень выраженности данного компонента синдрома эмоционального выгорания характерна для высоковраждебных женщин, отличающихся высоким уровнем косвенной агрессии и низким уровнем вербальной агрессии. Уравнение регрессии  $РПД = 36,233 - 0,532 ВРЖД + 0,383 ВА - 0,554 КА$  подтверждает данное заключение. Женщины, испытывающие зависть, считающие, что администрация, коллеги и ученики несправедливо относятся к ним, обманывают их, смеются над ними, при этом не склонные к проявлению агрессии в открытой вербальной форме, а проявляющие свои агрессивные реакции околь-

ными путями, в меньшей степени стремятся к планированию своей профессиональной траектории движения. Собственные профессиональные достижения утрачивают для них свою ценность, меняется отношение к профессии учителя в сторону полной потери интереса. Результаты регрессионного анализа свидетельствуют о том, что редукция профессиональных достижений характерна для мужчин, отличающихся высокой агрессивной мотивацией и низкой вербальной агрессией. Данное заключение подтверждается уравнением регрессии  $РПД = 33,915 - 1,337 АМ + 2,726 ВА$ . Мужчины, стремящиеся обосновать себе и другим необходимость агрессивного реагирования в различных педагогически сложных ситуациях, склонные к оправданию собственных агрессивных действий, но не выражающие агрессию словесно, характеризуются проявлениями редукции профессиональных достижений.

**Заключение.** Таким образом, прогностическими показателями синдрома эмоционального выгорания у педагогов являются высокая косвенная агрессия, высокая враждебность, высокая реактивная агрессия, высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией, а также низкая проактивная агрессия, связанная с проявлением власти. Вместе с тем, у женщин прогностическими показателями синдрома эмоционального выгорания выступают высокая враждебность и высокая реактивная агрессия. У мужчин такими показателями являются деструктивная направленность агрессии, высокая вербальная агрессия, высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией, а также низкая проактивная агрессия, связанная с проявлением власти.

Прогностическими показателями эмоционального истощения у педагогов являются высокий уровень враждебности, реактивной агрессии, косвенной агрессии, агрессивной мотивации, а также низкий уровень общей агрессивности и проактивной агрессии, связанной с аффилиацией. Для женщин прогностическими показателями эмоционального истощения являются высокая агрессивная мотивация, высокая враждебность, высокая реактивная агрессия, а также низкая физическая и вербальная агрессия. Высокая степень эмоционального истощения свойственна мужчинам с высокой реактивной агрессией, высокой степенью проактивной агрессии, связанной с аффилиацией, характеризующимся низкой враждебностью, низким уровнем проактивной агрессии, связанной с проявлением власти.

Прогностическими показателями деперсонализации у педагогов являются деструктивная направленность агрессии, высокая реактивная агрессия, высокая проактивная агрессия, связан-

ная с аффилиацией, а также низкая вербальная агрессия. Высокая степень деперсонализации свойственна высоковраждебным женщинам с высокой косвенной агрессией, отличающимся высокой реактивной агрессией. Вместе с тем, прогностическим показателем деперсонализации у мужчин выступает высокая проактивная агрессия, связанная с аффилиацией.

Прогностическими показателями редукции профессиональных достижений у педагогов являются высокая враждебность, высокий уровень агрессивной мотивации, косвенной агрессии, проактивной агрессии, связанной с проявлением власти, а также низкая общая агрессивность, низкая вербальная агрессия. Наряду с этим прогностическими показателями редукции профессиональных достижений у женщин выступают высокий уровень враждебности и косвенной агрессии, а также низкий уровень вербальной агрессии. Редукция профессиональных достижений свойственна мужчинам, отличающимся высокой агрессивной мотивацией и низкой вербальной агрессией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водопьянова, Н.Е. Синдром выгорания: диагностика и профилактика / Н.Е. Водопьянова, Е.С. Старченкова. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 336 с.
2. Фурманов, И.А. Агрессия и насилие: диагностика, профилактика и коррекция / И.А. Фурманов. – СПб.: Речь, 2007. – 480 с.
3. Maslach, C. Burned-out / C. Maslach // Human Behavior. – 1976. – № 5. – P. 16–22.
4. Buss, A.H. An inventory for assessing different kinds of hostility / A.H. Buss, A.H. Durkee // Journal of Consulting Psycholog. – 1957. – Vol. 21. – P. 343–349.
5. Roland, E. Aggression and Bullying / E. Roland, T. Idsoe // Aggressive Behavior. – 2001. – Vol. 27. – P. 446–462.

REFERENCES

1. Vodopiyanova N.E., Starchenkova E.S. *Sindrom vigoraniya: diagnostika i profilaktika* [Burnout Syndrome: Diagnosis and Prevention], SPb., Piter, 2009, 336 p.
2. Furmanov I.A. *Agressiya i nasiliye: diagnostika, profilaktika i korraktsiya* [Aggression and Violence: Diagnosis, Prevention and Correction], SPb., Rech, 2007, 480 p.
3. Maslach, C. Burned-out / C. Maslach // Human Behavior. – 1976. – № 5. – P. 16–22.
4. Buss, A.H. An inventory for assessing different kinds of hostility / A.H. Buss, A.H. Durkee // Journal of Consulting Psycholog. – 1957. – Vol. 21. – P. 343–349.
5. Roland, E. Aggression and Bullying / E. Roland, T. Idsoe // Aggressive Behavior. – 2001. – Vol. 27. – P. 446–462.

Поступила в редакцию 20.02.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: anelachek@mail.ru – Ракицкая А.В.

УДК 378.016:811.1

## Коммуникативный подход в структуре современных методических концепций обучения иностранным языкам

Е.В. Турковская

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

*В статье коммуникативный подход в обучении иностранным языкам показан в сопоставлении с другими традиционными подходами, раскрыта его системообразующая роль в формировании коммуникативной компетенции личности, выявлены концептуальные положения, принципы функционирования данного подхода в сфере иноязычного образования.*

*Цель работы – теоретическое обоснование системообразующей роли коммуникативного подхода в контексте решения образовательных задач обучения иностранному языку и раскрытие его взаимодействия с другими методическими подходами на современном этапе развития школьного иноязычного образования.*

**Материал и методы.** Материалом для проведения исследования явились дипломные работы выпускников ВГУ имени П.М. Машерова, магистерские диссертации; нормативно-правовые документы Министерства образования Республики Беларусь. Используются следующие методы: общенаучные (индукция и дедукция, анализ и синтез), метод сравнительно-сопоставительного и системно-комплексного анализа сборников документов, периодических изданий.

**Результаты и их обсуждение.** Раскрыты современные методические подходы в обучении иностранному языку и выявлен их потенциал в контексте формирования коммуникативной компетентности личности. Предложен ряд методических рекомендаций с целью повышения эффективности урока иностранного языка в современной школе.

**Заключение.** В рамках коммуникативного подхода возможно оптимально осуществить упорядоченное, систематизированное обучение иностранному языку как средству общения. Условиями эффективного функционирования рассмотренного подхода являются ситуативная обусловленность речевой деятельности, использование аутентичных материалов при выполнении лично ориентированных коммуникативных заданий.

**Ключевые слова:** подход к обучению, методическая система, метод обучения, гуманистическое образование, социокультурный компонент, коммуникативный подход, коммуникативная компетенция.

## Communicative Approach in the Structure of Contemporary Methodological Concepts of Teaching Foreign Languages

E.V. Turkovskaya

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

*The article gives the communicative approach in comparison with other traditional ones; shows its role in shaping a person's communicative competence; brings out conceptual principles of its functioning in foreign education.*

*The aim is a theoretical substantiation of the system building role of communicative in the context of solving educational problems of teaching foreign languages and disclosing its interaction with other methodological approaches on the contemporary stage of school foreign languages education development.*

**Material and methods.** The material of the research is diploma papers, master's dissertations, normative and legal documents of the Ministry of Education. The following methods were used: general scientific (induction and deduction, analysis and synthesis), the method of comparative and systematic analysis of scientific research and monographs, document compilations and periodical press.

**Findings and their discussion.** Modern methodological approaches to teaching foreign languages were shown as well as their potential in the context of shaping a person's communicative competence. A series of methodological guidelines was suggested in order to increase effectiveness of a foreign language class in modern schools.

**Conclusion.** It's possible to implement systematic foreign language education as a means of communication effectively in the framework of the communicative approach. The conditions of the effective functioning of the given approach are the following: situation conditioning of speech act, using authentic data for completing person-oriented communicative tasks.

**Key words:** educational approach, methodological system, method of education, humanist education, social and cultural component, communicative approach, communicative competence.

Современное управление школой рассматривает как одну из своих задач повышение качества учебно-воспитательного процесса и эффективности в преподавании иностранных язы-

ков. Традиционное обучение иностранным языкам в большей степени ориентировано на освоение определенного содержания и дальнейшую репродукцию знаний в ходе учебной деятельности. Процессы обновления в сфере обучения иностранным языкам связаны с поиском новых подходов к обучению, которые позволят перейти от эталонной деятельности к творческой, поисковой, направленной на овладение языком как средством общения.

Цель статьи – выявить методический потенциал современных подходов в обучении иностранному языку как средству общения и определить содержательную сущность коммуникативного подхода; представить методические рекомендации по формированию коммуникативной компетентности учащихся в современной школе.

**Материал и методы.** Материалом для проведения исследования явились научные работы по педагогике, психологии, методике преподавания иностранного языка; дипломные работы выпускников ВГУ имени П.М. Машерова, магистерские диссертации; нормативно-правовые документы Министерства образования Республики Беларусь. С целью получения достоверных результатов применялись следующие методы: когнитивно-обобщающие (теоретический анализ научной литературы, педагогической документации); оценки и интерпретации (анализ литературы в области лингводидактики, лингвокультурологии, коммуникативной лингвистики); прогностические (обобщения характеристик, моделирование).

**Результаты и их обсуждение.** В педагогике «подход к обучению» определяется как совокупность принципов и стратегий обучения и воспитания. При этом в основе подхода лежат концепция, идея которые обуславливают организацию процесса обучения (Е.Н. Шиянов, И.Ф. Исаев). С точки зрения методики обучения иностранному языку, подход рассматривается как базисная методологическая категория, в рамках которой рассматриваются процессы обучения иностранному языку (И.Л. Бим, Е.В. Пассов, В.Л. Скалкин). Анализ литературы отечественных и зарубежных авторов показывает, что в современной методике не существует однозначного толкования термина «подход к обучению» и определение его категориальных признаков требует дальнейшего рассмотрения.

Впервые Эдвард Энтони, американский лингвист, в 1963 г. ввел понятие «подход к обучению». Он предложил следующее определение: «Подход – это система суждений о языке, о природе обучения и усвоения. Подход аксиоматичен

и представлен как сущность предмета, которому надо обучать, он определяет философию обучения» [1, с. 13]. Таким образом, ученый попытался разграничить обучение иностранному языку на уровне теории и принципов, с одной стороны, от способов овладения, с другой стороны.

М.В. Вятютнев, сравнивая понятия «подход» и «метод», дает им следующие определения: «Подход – целостная теория, которая носит объяснительный и описательно-классифицирующий характер, в отличие от метода подход более широк и включает разнообразные факторы, являясь методической категорией, он менее регламентирован» [1, с. 14].

Российский педагог В.Л. Скалкин считает, что подход является деятельностью исследователя, при этом имеет под собой теоретико-экспериментальную основу и направлен на изучение какого-либо одного явления или процесса с одной, наиболее важной его стороны.

С позиций И.Л. Бим, автора учебных пособий по немецкому языку для средней школы, подход представляет собой общую исходную позицию, принимая которую, педагог рассматривает остальные концептуальные положения [2].

Исследователи, занимающиеся разработкой данной проблемы, определяют подход к обучению как мировоззренческую категорию, глобальную системную организацию и самоорганизацию образовательного процесса, включающую все его компоненты и, прежде всего, самих субъектов педагогического взаимодействия – преподавателя и учащегося [2].

Рассмотрим понятие «подход к обучению» в системе обучения, поскольку он является компонентом этой системы и находится во взаимосвязи с другими компонентами, со средой, в которой данная система функционирует. Понятие «система» может быть представлено как упорядоченная и внутренне организованная совокупность взаимосвязанных элементов, образующих определенное единство (М.К. Колкова, И.Л. Бим). Входящие в систему элементы составляют целостный комплекс, с одной стороны, и могут быть рассмотрены как подсистемы по отношению к системе в целом, так же как любая подсистема может быть элементом другой системы более высокого порядка, с другой стороны.

Функционируя в среде, система образует с ней неразрывное единство, которое проявляется в наличии связей и отношений между образующими ее элементами. Среда представляет собой совокупность внешних условий, в которых осуществляется процесс. Так, методическую систему обучения иностранному языку можно пред-

ставить как трехуровневую. Первый уровень, макроподход, рассматривает методику во взаимосвязи с другими науками – лингвистикой, педагогикой, психологией. Второй уровень представляется как обучение конкретному языку в дошкольном учреждении, школе, высшем учебном заведении, обучение взрослых. Микроподход, третий уровень, исследует методическую систему с позиций реально осуществляемого процесса обучения иностранному языку, составляющими которого выступают учитель, ученик, средства обучения (А.Н. Щукин, И.Л. Бим).

Согласно точке зрения И.Л. Бим, применительно к понятию «система» можно утверждать, что оно представляет собой обобщение всей объектно-предметной области методической науки и состоит из взаимодействующих подсистем: учебного предмета и методики как науки, определяющей успешность функционирования первой подсистемы – учебной дисциплины «Иностранный язык» [2].

В настоящее время методическая система обучения иностранному языку – это совокупность компонентов учебного процесса: целей, задач, принципов, содержания, методов и приемов, средств, форм обучения. Основы системы определяются прежде всего социальными потребностями общества, развитием экономики, науки в данный исторический период. Так, социальный заказ современного общества в обучении иностранным языкам в высшей школе связан с актуализацией потребности в компетентных специалистах, которые владеют языком как средством межкультурного общения. В соответствии с заказом общества формируются цели обучения, в качестве приоритетной – формирование профессиональной компетентности специалиста, практически владеющего, по крайней мере, одним иностранным языком. Поэтому компетентностный подход рассматривается в качестве теоретической базы системы обучения иностранным языкам в высшей школе.

С позиций концептуальных положений компетентностного подхода выявляется общая стратегическая линия реализации целей обучения иностранному языку, разрабатывается методическое направление обучения, которое представляет совокупность теоретически обоснованных и практически проверенных принципов. Отбор содержания обучения и процесс его освоения осуществляются на основе данных принципов, определяя тем самым технологию обучения, т.е. методы, приемы, формы, упражнения, средства организации учебного процесса.

Обобщая вышесказанное, можно утверждать, что подход, во-первых, представляет системное образование, т.к. состоит из нескольких компонентов, вступающих во взаимоотношения как с друг другом, так и со средой и находящимися в иерархической зависимости друг от друга. Подход обладает признаком целостности, поскольку все элементы системы обучения предстают в их диалектическом единстве, в то же время обладая самостоятельностью. Целенаправленность является неотъемлемой чертой подхода и проявляется в способности реализации системы в процессе обучения в рамках намеченной цели. Важными характеристиками подхода являются его открытость и готовность включать в свою структуру достижения как современной методики, так и смежных наук.

Во-вторых, подход разрабатывается в соответствии с целями обучения, которые, в свою очередь, формируются на основе потребностей общества, современного уровня развития науки и смежных с ней областей знаний среды, в которой функционирует подход. В-третьих, являясь методологической основой обучения, подход реализуется в принципах обучения, которые влияют на выбор методов обучения, последние разрабатываются с позиций концептуальных положений подхода. И последнее: отбор содержания обучения, процесс его освоения, выбор форм и способов обучения происходят на основе принципов обучения, которые реализуют концепцию подхода.

Существующие подходы к обучению отражают процессы, происходящие в методике преподавания иностранных языков, педагогике, дидактике, психологии. Так, когнитивный подход к обучению базируется на принципе сознательности, на теории социоконструктивизма, и является базовым при формировании иноязычной коммуникативной компетенции. Согласно когнитивной теории обучение – это система обработки информации, при этом учащиеся являются активными участниками процесса обучения, которые не только получают информацию, но и расширяют и дополняют свои знания. Когнитивный подход является актуальным в рамках переводных и сознательно-практических методов, а также в контексте сознательно ориентированного и когнитивно-коммуникативного подходов к обучению.

С позиций когнитивности процесса обучения учащийся рассматривается как индивидуальный субъект, при этом эффективное обучение строится с учетом когнитивности обучаемого, то есть учитель в процессе организации обучения и кон-

троля опирается на сумму имеющихся у ученика знаний, активно используя их, устанавливает параллели, проводит аналогии, показывает отличия при изучении грамматических и лексических умений.

Данный подход предполагает сообщение учащимся не только декларативных знаний, но и дополняет их до уровня процессуальных. Несомненно, для успешного усвоения и накопления знаний необходимо вооружить учащихся стратегиями и приемами переработки информации. Любая обучающая деятельность может быть рассмотрена как обучающая стратегия. Учащиеся, применяя стратегии, могут самостоятельно управлять процессом своего обучения, то есть определять цели и наиболее эффективные пути их достижения. Следует отметить, что самоуправление процессом обучения повышает внутреннюю мотивацию изучения иностранного языка. В рамках когнитивного подхода ученик становится «менеджером» собственного обучения: развивает в себе способности к самостоятельной работе, функцию самоконтроля, принимает на себя часть ответственности за результат [3].

На современном этапе развития системы образования особое внимание уделяется гуманистическому подходу в обучении, который основан на гуманистическом направлении в психологии и опирается на мысли, чувства, эмоции учащихся, возникающие в процессе обучения. Основопологающими принципами данного подхода являются обучение в процессе общения; отношения сотрудничества, партнерства ученика и учителя; создание доверительных отношений в учебном коллективе; недирективная позиция учителя; взаимосвязь и взаимовлияние учителя и учащихся в процессе совместной деятельности.

В учебном предмете «Иностранный язык» заложен большой гуманистический потенциал: язык является носителем национальной культуры, средством передачи накопленного опыта и знаний, посредством языка возможны межличностные и межкультурные отношения, язык обеспечивает межнациональное взаимопонимание и сотрудничество (И.Л. Бим, В.П. Фурманов, Л.А. Шейман). Методологической основой гуманистического подхода являются педагогические концепции Я.А. Коменского, В. Гумбольдта, В.А. Сухомлинского, раскрывающие сущность категорий «гуманизм», «отношение», «ценности», «культура»; исследования по проблеме гуманизации учебно-воспитательного процесса А.А. Асмолова, Ш.А. Амонашвили, И.А. Зимней [4]. Условиями развития гуманистического потенциала личности, по мнению М.А. Ковальчук,

являются осуществление взаимосвязи в системе «язык–культура–гуманистические ценности личности»; введение в контекст обучения лингвокультуроведческого содержания; осуществление диалога культур, направленного на формирование гуманистического отношения к миру в процессе иноязычной деятельности на основе культуроведческого компаративного и лингвоконтрастного анализов, формирования отношения к миру в процессе совместной проектно-творческой деятельности, интегрирующей изучение иностранного языка, культуры и различные виды практической деятельности [5].

Содержание гуманистического образования средствами иностранного языка на современном этапе включает аксиологический, когнитивный, деятельностно-творческий и личностный аспекты (М.А. Ковальчук). Аксиологический аспект имеет целью приобщение учащихся к миру общечеловеческих гуманистических ценностей и оказание им помощи в выборе личностно значимой системы ценностных ориентаций. Когнитивный аспект обеспечивает школьников знаниями о языке, культуре, мире как основах духовного развития. Деятельностно-творческий аспект способствует становлению разнообразных способов деятельности, творческих способностей. Личностный аспект обеспечивает актуализацию личных функций в процессе овладения языком. Комплексная реализация данных аспектов в интегративной лингвокультуроведческой модели обучения позволяет сформировать ценностный, познавательный, творческий и коммуникативный компоненты гуманистического потенциала личности школьника [5].

Достаточно близким гуманистическому подходу в обучении является личностно ориентированный подход. Одной из приоритетных целей языкового образования является постановка на первый план личности учащегося – развитие его внутреннего потенциала средствами иностранного языка, позволяющего творчески реализовать себя в личной и профессиональной сферах, адаптироваться к требованиям современного мира. В связи с этим ориентация на личность предполагает переход к продуктивному обучению учащихся стратегиям образовательной деятельности, к формированию умений самостоятельно конструировать личностные знания, взаимодействовать с миром как активная, автономная личность [6].

Ключевые положения теории личностно ориентированного образования сформулированы в работах ведущих современных исследователей Е.В. Бондаревской, Б.С. Гершунского, В.В. Да-

выдова. Так, личностно ориентированное образование – гуманитарного типа, цель которого – обеспечить всестороннее развитие личности. «Человек... как эпицентр культуры, как высшая духовная ценность... является и целью, и результатом, и главным критерием оценки качества образования» (Е.В. Бондаревская). Развитие личности является как целью, так и содержанием личностно ориентированного образования. Образовательная деятельность, по В.В. Давыдову, является той средой, в которой реализуется личность, осуществляется процесс ее саморазвития [7]. В рамках данного подхода изменяется механизм всего процесса обучения. Вместо понятий «формирование», «управление» применяются «поддержка», «создание условий для развития», «самореализация и саморазвитие». Меняется и механизм воздействия на развитие личности – через содержание личностно значимой учебной деятельности, за счет постановки творческих, проблемных задач развиваются умения самостоятельно мыслить, принимать решения, самостоятельно оценивать полученный результат и брать на себя ответственность за учебную деятельность.

В области изучения иностранного языка основными положениями по целенаправленному развитию личностной сферы учащегося являются, по мнению Н.Ф. Коряковцевой, следующие: освоение изучаемого языка и культуры должно происходить преимущественно через овладение стратегиями и приемами его самостоятельного изучения; влияние на личностную сферу учащегося в процессе учебной деятельности может быть успешным, если содержание ее представляет для него личностный смысл; направленность учебной деятельности учащегося на «открытие языка и культуры» обуславливает поисковый, проблемный и эвристический характер ее содержания; воздействие на личностную сферу учащегося предполагает актуализацию в учебной ситуации взаимосвязанных личностных позиций учащегося как автономного субъекта учебной деятельности; продуктивная работа по иностранному языку должна носить характер сотворчества [6].

В сфере школьного иноязычного образования личностно ориентированный подход может рассматриваться как индивидуализация учебного процесса. При этом учитель должен уметь измерять, учитывать и развивать способности обучаемых, такие, как фонематический слух, интонационные, речемыслительные способности. В этом случае речь идет об индивидуальной индивидуализации (К.В. Фокина). Для эффективного

обучения иностранному языку также важен учет субъектных свойств учащихся, то есть приемов, которыми школьники пользуются для овладения знаниями, умениями и навыками. Вооружение учащихся совокупностью необходимых рациональных способов требует систематической и целенаправленной работы – это и есть цель субъектной индивидуализации.

Наряду с нарастанием самообразовательной доминанты в процессе изучения иностранного языка возрастает ориентация на межкультурное образование, усиление культуроведческой направленности процесса изучения языка. В данном контексте основной целью образования в области иностранных языков становится формирование поликультурной личности, которая обладает знаниями о средствах и способах взаимодействия с миром культуры, свободно ориентируется в поликультурном мире, продуктивно взаимодействует с носителями других культур.

Эффективное овладение иностранным языком, приобщение к иной культуре, овладение новым социокультурным содержанием возможно осуществить в рамках культурологического или социокультурного подхода, последний предполагает реализацию принципа диалога культур. В практическом плане это означает работу над усвоением национально-культурного компонента значения языковых единиц, усвоение лексики не только как единиц языка и речи, но и как концептов культуры. Результаты исследования научной школы Е.И. Пассова позволяют выделить следующие аспекты относительно философской категории «диалог культур»: социологический, предполагающий осознание общности, зависимости одной культуры от другой; социокультурный, при котором каждая сторона общения приобретает социокультурный статус субъекта; аксиологический, обеспечивающий понимание ценности другой культуры и уважение к ней, психологический, который означает, что взаимопонимание ведет к сотрудничеству, координации, эмпатии и эмоциональному контакту [8].

Педагогическими условиями реализации культурологического подхода в обучении иностранному языку являются, по мнению О.Л. Дигиной, следующие: насыщение содержания лингвокультурологического поля образовательного пространства, поэтому наряду с лингвистическими знаниями, речевыми навыками и умениями следует определить комплекс культурологических знаний; включение учащихся в межкультурную коммуникацию на основе активных методов обучения; формирование качеств вторичной языковой личности, которая

способна интерпретировать иностранный язык в различных ситуациях межкультурного общения на основе взаимопонимания и толерантности с учетом равноправного диалога культур [9].

Формирование поликультурной личности предполагает накопление знаний о своей и иноязычной культуре, умений выделять их сходство и различие, владение навыками межкультурного диалога, формирование готовности к разрешению конфликтов, оперирование инокультурными концептами и средствами социальной коммуникации. Для решения данных проблем необходимо тщательно отбирать аутентичный учебный материал, который должен представлять образцы естественной речи носителей языка, порожденные в реальных ситуациях общения разнообразных социологических групп. При этом подлинная аутентичность, использование лексических единиц, клише в целях реальной коммуникации не противоречат педагогической аутентичности, допускающей методическую обработку учебного материала с сохранением связности, информативной и эмоциональной насыщенности естественного языка.

Немаловажным условием преподавания иностранного языка в рамках культурологического подхода является включение в содержание обучения лингвострановедческой информации. Эти знания целесообразно классифицировать по следующим направлениям: страноведческие знания (сведения из литературы, искусства, музыки, фольклора; нравственные ценности, верования; образцы поведения – традиции, обычаи, праздники страны изучаемого языка); лингвострановедческие знания (изучение национально-культурной семантики слов, эквивалентных и безэквивалентных лексических понятий, фоновой и терминологической лексики, афоризмов и фразеологизмов).

Так, лингвострановедение, являясь филологической дисциплиной, основной своей задачей видит изучение языковых единиц, наиболее ярко отражающих национальные особенности культуры носителей языка: реалий (обозначение предметов и явлений, характерных для одной культуры и отсутствующих в другой), коннотативной лексики (слов, совпадающих по основному значению, но отличных по культурно-историческим ассоциациям), фоновой лексики (обозначение предметов и явлений, имеющих аналоги в сопоставляемых культурах, но различающихся национальными особенностями функционирования, формы, предназначения предметов).

Социокультурный компонент обучения иностранному языку включает, наряду со знаниями,

социокультурные умения, навыки социокультурного самообразования, опыт взаимодействия с иноязычной культурой. К социокультурным умениям, по мнению Г.В. Нестерчук, относятся рецептивные социокультурные умения (анализировать и сопоставлять различия и сходства между культурами родной страны и страны изучаемого языка; находить взаимосвязи между географическим положением и особенностями экономики страны, историей и особенностями быта, особенностями поведения и культурой страны; понимать социокультурные коннотации лексики; интерпретировать особенности невербальной коммуникации); продуктивные социокультурные умения (использовать безэквивалентную и фоновую лексику в речи; учитывать стилистическую вариативность и влияние социального контекста на процесс общения; применять различные речевые формы в соответствии с требованиями этикета; предвосхищать причины возможного непонимания и снимать их за счет выбора адекватных средств речевого взаимодействия; адаптировать свое поведение в соответствии с принятыми в изучаемой культуре поведенческими стереотипами) [10]. Навыки социокультурного самообразования включают умение осуществлять поиск информации об изучаемой культуре в разных источниках. Опыт взаимодействия с иноязычной культурой проявляется в способности адекватно воспринимать оценочные суждения об изучаемой культуре, готовности вступать в межкультурный диалог и выступать в роли межкультурного посредника, способности к установлению отношений непредвзятости, открытости и заинтересованности друг в друге.

Таким образом, можно утверждать, что лингвострановедческий подход является одним из основных подходов в области иноязычного образования высшей школы, способствует формированию навыков и умений по практическому применению иностранного языка и приобретению обширных культуроведческих знаний, которые становятся впоследствии составной частью его «информационного тезауруса» (А.А. Залевская).

Современная методическая наука видит более перспективной новую парадигму анализа речевого общения, которая связана с психолингвистическими представлениями о формировании языковой способности, производстве и восприятии речи и речевом общении. Активный методический поиск в данном направлении способствовал развитию целого ряда подходов: коммуникативно-культурологического, коммуникативно-когнитивного, коммуникативно-деятельностного. В их основе лежит родовое понятие – коммуни-

кативный подход. Концептуальными положениями коммуникативного подхода, по Е.И. Пассову, являются следующие: иностранный язык одновременно и цель, и средство обучения; язык – средство общения, идентификации, социализации и приобщения индивида к культурным ценностям страны изучаемого языка; овладение иностранным отличается от овладения родным способами овладения, плотностью информации в общении, включенностью языка в предметно-коммуникативную деятельность, совокупностью реализуемых функций, соотносительностью с сензитивным периодом речевого развития учащихся [8].

Коммуникативное обучение иностранным языкам носит деятельностный характер, при этом речевое общение осуществляется при помощи речевой деятельности, которая служит для решения задач продуктивной человеческой деятельности в условиях «социального взаимодействия» общающихся людей (И.А. Зимняя, Г.А. Китайгородская, Д.А. Леонтьев). В результате такого активного и свободного развития личности каждый субъект общения получает возможность свободно выражать свои суждения, мысли. Самовыражение становится важнее демонстрации языковых знаний, поощряются суждения, выполненные самостоятельно, свидетельствующие об активной позиции, при этом ошибки, не нарушающие понимания и не искажающие факты и события, не критикуются, учебной нормой считаются отдельные нарушения языковых правил. Используемый материал подчиняется задаче речевого замысла и соответствует речемыслительным возможностям говорящего. Отношения в учебном процессе строятся на безоценочности, не критичности, сопереживании и понимании чувств других.

Важнейшая характеристика коммуникативного подхода – речевая направленность обучения, то есть общению следует обучать через общение, так как оно является каналом, по которому осуществляется познание, средством, развивающим индивидуальность, инструментом воспитания, способом передачи опыта и развития умения общаться. Язык может быть усвоен лишь тогда, когда он является инструментом мысли, поскольку в процессе речи коммуникативное содержание не только передается, но и создается. Учащихся необходимо вооружить коммуникативными стратегиями, которые помогут им адаптировать высказывание к конкретной речевой ситуации. К коммуникативным стратегиям относятся следующие умения: удержание внимания собеседника; обеспечение понимания собствен-

ного высказывания партнером с помощью уточняющих вопросов, понимания собеседника путем переспроса; использование в речи перефразирования, объяснения, замены синонимов, обращение за помощью, применение средств невербального общения (мимики, жестов, интонации), упрощение или замена грамматических конструкций в случае нехватки знаний; самокоррекция, игнорирование собственных ошибок; поддержание разговора за счет изменения темы.

Одним из требований, предъявляемых к обучению на современном этапе, является функциональность, которая предполагает, что речевая деятельность представляет единство лексики, грамматики, фонетики, которые неразрывно связаны в процессе говорения. Поэтому их усвоение должно также происходить едино – в процессе речевой деятельности. Из этого следует, что функциональность проявляется именно в том, что субъектом усвоения являются не речевые средства сами по себе, а функции, выполняемые данными средствами. Функциональность обучения обеспечивается отбором и организацией материала в зависимости от необходимости выражения учащимися тех или иных речевых функций, а также коммуникативным, функционально адекватным поведением учителя и учащихся [11].

Принципиально важно при формировании коммуникативной компетенции учащихся понимание коммуникативного обучения как системы взаимоотношений, ситуаций. Е.И. Пассов подчеркивает, что ситуация существует как интегративная динамическая система социально-статусных, ролевых, деятельностных и нравственных взаимоотношений субъектов общения. Она является универсальной формой функционирования процесса обучения и служит способом организации средств, способом их презентации, мотивации речевой деятельности, условием формирования навыков и развития речевых умений, предпосылкой обучения стратегии и тактике общения.

В.А. Бухбиндер говорит, что «коммуникативная ситуация – это такая совокупность обстоятельств, условий и отношений, которая побуждает потенциальных собеседников к общению». В свою очередь, В.Л. Скалкин указывает на то, что «далеко не в любых условиях возникает и протекает языковое общение между людьми. Поэтому в данном случае речь идет о ситуации, которая вызывает общение, благоприятствует или способствует ему. Коммуникативную ситуацию следует понимать как динамическую систему взаимодействующих конкретных фактов объективно-

го и субъективного плана, вовлекающих человека в языковую коммуникацию и определяющих его речевое поведение в пределах одного акта общения». Д.А. Леонтьев различает три вида общения: социально ориентированное или публичное общение (проведение презентаций, выступление с докладом), групповое предметно ориентированное (диспуты, переговоры), лично-стно ориентированное или индивидуальное (осуществляемое обычно двумя партнерами и имеющее личностный характер) [12]. Все три вида общения характерны для коммуникативной сферы учащихся и моделируют реальную деятельность человека, поэтому должны быть учтены при отборе материала для эффективного формирования коммуникативной компетенции.

Дальнейшее исследование речевых ситуаций показало, что успех коммуникации зависит от их информативности, новизны. Под новизной мы понимаем смену предмета общения, проблем обсуждения, речевого партнера, условий общения. Данный принцип предполагает отбор материала, содержащего нечто новое, отказ от многократного предъявления аудиотекста, вариативность текстов для чтения, упражнений с новой коммуникативной установкой, отказ от произвольного заучивания высказываний, диалогов. Это будет способствовать продуктивному речепроизводству, эвристичности речевых умений, росту интереса к изучению иностранного языка.

Несомненно, успешная коммуникация обеспечивается ориентацией на личностные особенности говорящего: способности, сформированность умения осуществлять учебную и речевую деятельность, личностные характеристики (чувства, эмоции), имеющийся опыт деятельности на иностранном языке, познавательные потребности (интересы, увлечения). Принцип личностной ориентации на общение предполагает учет данных параметров личности, что позволяет формировать мотивацию, основанную на личностных потребностях. Такая мотивация является не стимулированием, а внутренним побуждением, не навязанной учителем, а порожденной самой конкретной личностью.

**Заключение.** В методике обучения иностранному языку на современном этапе присутствуют различные подходы, раскрывающие формальное и содержательное отношение в речевой деятельности. Проведенный нами анализ позволил выделить их сильные и слабые стороны в обучении иностранному языку. Так, когнитивный подход определяется следующими составляющими – знаниями, умениями, навыками, стилями общения, но при этом не учитывает мотивации и кон-

текста речевых действий. Личностно ориентированный подход способствует формированию мотивационно-потребностной сферы личности, обладая личностной направленностью (то есть учитывает ценности, установки, мировоззрения, идеалы, склонности, убеждения), но не содержит locus контроля. Структурный подход ведет к автоматизации речевых навыков благодаря репродуктивной деятельности (многократности повторения, заучивания наизусть высказываний, диалогов, речевых образцов), но не способствует свободному конструированию речи, готовности к социальному взаимодействию.

Коммуникативный подход является интегративным по отношению к рассмотренным подходам и ставит своей целью овладение языком как средством общения, в процессе которого учащиеся используют социокультурные знания, практические навыки общения, личностные характеристики, языковые умения и навыки, составляющие основу коммуникативной компетенции. В рамках данного подхода возможна оптимальная систематизация взаимоотношений между компонентами содержания обучения, в их равнозначности и взаимосвязи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова, О.И. Подход к обучению иностранным языкам как методическая категория / О.И. Федорова // Традиции и инновации в методике обучения иностранным языкам / под общ. ред. М.К. Колковой. – СПб.: КАРО, 2007. – 288 с.
2. Бим, И.Л. Концептуальные основы современного обучения иностранным языкам и их соответствие с концептуальными основами 12-летней школы / И.Л. Бим // На пути к 12-летней школе. – М.: ИОСО РАО, 2000. – С. 107–112.
3. Полева, И.А. Когнитивный подход в обучении иностранному языку / И.А. Полева // Актуальные вопросы германской филологии и методики преподавания иностранных языков: материалы XV Респ. науч.-практ. конф., Брест, 25 февр. 2011 г.: в 2 ч. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; редкол.: Н.А. Тарасевич [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2011. – Ч. 2. – С. 97–99.
4. Зимняя, И.Я. Педагогическая психология / И.Я. Зимняя. – Ростов н/Д: Феникс, 1997. – 480 с.
5. Ковальчук, М.А. Психологический анализ гуманистической направленности обучения: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.07 / М.А. Ковальчук; МГУ. – М., 1993. – 26 с.
6. Коряковцева, Н.Ф. Современная методика организации самостоятельной работы изучающих иностранный язык: пособие для учителей / Н.Ф. Коряковцева. – М.: АРКТИ, 2002. – 176 с.
7. Давыдов, В.В. Лекции по общей психологии / В.В. Давыдов. – М.: Академия, 2008. – 176 с.
8. Пассов, Е.И. Коммуникативное иноязычное образование: готовим к диалогу культур / Е.И. Пассов. – Минск: ООО «Лексис», 2003. – 184 с.
9. Дигина, О.Л. Межкультурная коммуникация: схемы и комментарии / О.Л. Дигина. – Челябинск: Изд-во «Фрегат», 2005. – 120 с.
10. Нестерчук, Г.В. Социокультурная компетенция будущего учителя иностранного языка / Г.В. Нестерчук // Актуальные вопросы германской филологии и методики преподавания иностранных языков: материалы XIX Респ. науч.-практ. конф., Брест, 27 февр. 2015 г.: в 2 ч. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина; редкол.: Е.Г. Сальникова [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2015. – Ч. 2. – С. 129–132.
11. Коньшева, А.В. Современные методы обучения английскому языку / А.В. Коньшева. – Минск: ТетраСистемс, 2011. – 304 с.

12. Леонтьев, Д.А. Психология смысла / Д.А. Леонтьев. – 3-е изд. – М.: Смысл, 2003. – 487 с.

## REFERENCES

1. Fedorova O.I. *Traditsii i innovatsii v metodike obucheniya inostrannim yazikam* [Traditions and Innovations in Methods of Foreign Language Teaching], SPb., KARO, 2007, 288 p.
2. Bim I.L. *Na puti k 12-letnei shkole* [On the Way to 12 Year School], M., IOSO RAO, 2000, pp. 107-112.
3. Poleva I.A. *Aktualniye voprosi germanskoi filologii i metodiki prepodavaniya inostrannikh yazikov: materialy XV resp. nauch.-prakt. konf., Brest, 25 fevr. 2011 g.* [Topical Issues of German Philology and Methods of Foreign Language Teaching: Materials of the XVth Republican Scientific and Practical Conference, Brest, February 25, 2011], Brest gos. un-t im. A.S.Pushkina, Brest, Alternativa, 2011, Part 2, pp. 97–99.
4. Zimniya I.Ya. *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical Psychology], Rostov-n-D., Feniks, 1997, 480 p.
5. Kovalchuk M.A. *Psikhologicheskii analiz gumanisticheskoi napravlenosti obucheniya: avtoref. dis. ... kand. psikhol. nauk* [Psychological Analysis of Humanistic Direction of Teaching: PhD (Psychology) Thesis Summary], MGU, M., 1993, 26 p.
6. Koriakovtseva N.F. *Sovremennaya metodika organizatsii samostoyatelnoi raboti izuchayushchikh inostrannii yazik: posobiye dlia uchitelei* [Contemporary Methods of Setting Up Self Work for Those who Learn a Foreign Language: Teacher Manual], M., ARKTI, 2002, 176 p.
7. Davidov V.V. *Lektsii po obshchei psikhologii* [Lectures on General Psychology], M., Akademiya, 2008, 176 p.
8. Passov E.I. *Kommunikativnoye inoyazichnoye obrazovaniye: gotovim k dialogu kultur* [Communicative Foreign Language Education: Getting Ready to Dialogue of Cultures], Mn., OOO «Leksis», 2003, 184 p.
9. Digina O.L. *Mezhkulturnaya kommunikatsiya: skhemi i kommentarii* [Crosscultural Communication: Designs and Commentaries], Cheliabinsk, Izd-vo Fregat, 2005, 120 p.
10. Nesterchuk G.V. *Aktualniye voprosi germanskoi filologii i metodiki prepodavaniya inostrannikh yazikov: materialy XIX resp. nauch.-prakt. konf., Brest, 27 fevr. 2015 g.* [Topical Issues of German Philology and Methods of Foreign Language Teaching: Materials of the XIXth Republican Scientific and Practical Conference, Brest, February 27, 2015], Brest gos. un-t im. A.S.Pushkina, Brest, Alternativa, 2015, Part 2, pp. 129–132.
11. Konysheva A.V. *Sovremenniy metody obucheniya angliyskomu yaziku* [Contemporary Methods of Teaching English], Mn., TetraSistems, 2011, 304 p.
12. Leontiyev D.A. *Psikhologiya smysla* [Psychology of Sense], M., Smysl, 2003, 487 p.

Поступила в редакцию 01.10.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: e.turkovskaja@mail.ru – Турковская Е.В.

## Здоровье как личная и общественная ценность

В.А. Березина\*, Г.В. Вержибок\*\*

\*ФГБНУ «Центр исследований проблем воспитания, формирования здорового образа жизни, профилактики наркомании и социально-педагогической поддержки детей и молодежи» (Москва, Россия)

\*\*УО «Минский государственный лингвистический университет» (Минск, Беларусь)

*В статье раскрываются ценность здоровья на индивидуальном и социальном уровнях, значимость спектрального анализа проблемы и актуализация ее изучения у руководителей образовательных учреждений.*

*Цель – теоретический анализ понятия «здоровье» как личной и общественной ценности.*

**Материал и методы.** Материалами являются научные подходы, взгляды ученых на понятие «здоровье»; статистические и фактологические данные. Для достижения цели использованы методы анализа и синтеза, формализации и сравнения научных источников, презентован совместный российско-белорусский научный проект в рамках поддержки РГНФ и БРФФИ.

**Результаты и их обсуждение.** Представлен обзор различных авторских позиций и направлений изучения данного вопроса, показаны фактологические отношения людей к своему здоровью. Подчеркивается, что признание здоровья в качестве лично значимого приоритета далеко не всегда означает готовность индивида к реальным действиям по изменению стереотипов своего поведения, переориентации его на принципы здорового образа жизни. В мировом сообществе выстраивается стратегия сохранения здоровья, основанная на личной значимости и социальной ценности, начинает превалировать идея обоюдной ответственности человека за свое здоровье перед обществом и общества перед каждым конкретным человеком.

**Заключение.** В новых экономических условиях реформирования жизни и упрочения системы рыночных отношений здоровье должно стать субъективной ценностью и базовым свойством индивида. Такое понимание позволит обеспечить динамику общекультурных и личностных преобразований, единство и гармонию социоприродной системы и самого человека.

**Ключевые слова:** ценности, здоровье, качество жизни, здоровый образ жизни, здоровьесбережение.

## Health as a Personal and Social Value

V.A. Berezina\*, G.V. Verzhbyok\*\*

\*FCDRС «Research Centre for upbringing problems, shaping healthy lifestyle, prevention of drug addiction, and social and pedagogical support of children and youth» (Moscow, Russia)

\*\*Educational Establishment «Minsk State Linguistic University» (Minsk, Belarus)

*The article reveals the value of health at individual and social levels, the importance of the spectral analysis of the problem, and the actualization of its study by the heads of educational institutions.*

*The aim of the article is a theoretical analysis of the concept of «health» as a personal and social value.*

**Material and methods.** The materials are scientific approaches, views of scientists on the concept of «health»; statistical and factual information. To achieve the goal the methods of analysis and synthesis, formalization and comparison of scientific literature, presentation of the joint Belarusian-Russian research project in support of the RHSF and BRFFR were used.

**Findings and their discussion.** The article provides an overview of the various positions and directions of the copyright study of the issue, empirical evidence shows people's attitude towards their health. It is emphasized that the recognition of health as a personality significant priority does not always mean the willingness of an individual to action to change the stereotypes of their behavior, refocusing it on the principles of a healthy lifestyle. The world community has built health preserving strategy which is based on the importance of personal and social values, the idea of shared responsibility for their health to society and society to each individual starts dominating.

**Conclusion.** In new economic conditions of life of reforming and strengthening the system of market relations health should be a subjective value and a basic property of the individual. This understanding will provide the dynamism of common cultural and personal transformation, unity and harmony of society and nature in the man himself.

**Key words:** values, health, quality of life, healthy lifestyle, health preservation.

Решение проблем сохранения и укрепления здоровья населения, формирование у людей культуры здорового и безопасного образа жизни, отношения к своему здоровью как наивысшей ценности является одним из важнейших направ-

лений развития общества и государства. Оно рассматривается в качестве необходимой гарантии успеха всех проводимых социальных и экономических реформ. Здоровье – одна из важнейших составляющих жизнедеятельности лю-

бого человека, поскольку это первое необходимое условие для того, чтобы быть успешным. Практически все стороны многогранной жизни человека в социуме (будь то производственно-трудовая деятельность, образовательная, социально-экономическая, политическая, семейно-бытовая, духовная сфера и др.), прежде всего, определяются уровнем его здоровья. Как точно заметил А. Шопенгауэр, здоровье до того перевешивает все остальные блага жизни, что поистине здоровый нищий счастливее больного короля.

Проблема сохранения и укрепления здоровья считается одной из самых сложнейших проблем современности, которая привлекает внимание исследователей самых разных областей знаний. Достаточно сказать, что она находится в ряду с задачами, которые решаются сегодня такими фундаментальными дисциплинами, как физика, химия, биология. Формируется и новое научное направление – «психология здоровья», – представляющее синтез междисциплинарных дисциплин (психологии и педагогики, валеологии, си-нергетики).

В классической школе управления здоровье включается в десять важнейших характеристик специалиста (F.W. Taylor), как и его дополняющая часть – физическая выносливость, которые, рассматриваясь совместно, считаются основными критериями успешного менеджмента (H. Fayol). Установлена связь между психологической устойчивостью и состоянием здоровья управленцев, обеспечивающими возможность продуктивной работы и сохранения профессионального долголетия (А.А. Деркач, А.С. Гусева, В.Т. Зазыкин, О.И. Жданов, М.Б. Секач, О.И. Лелякова, Т.С. Но, и др.). Выделены показатели кризисов и деформаций представителей социэкономических профессий (О.С. Васильева, Н.Е. Водопьянова, Н.В. Гришина, Д.Н. Завалишина, Т.В. Корнилова, О.В. Кузьменкова, В.Е. Орел, А.А. Рукавишников и др.). Обоснована трактовка культуры здоровья (Е.Л. Семенова, 2004), предложена модель здоровой личности (О.С. Васильева, Ф.Р. Филатов, 2001) с системой ориентаций на здоровый образ жизни (М.Ю. Горохова, Л.В. Куликов, А.М. Лощаков, С.А. Маничев и др.). В настоящее время при рассмотрении вопроса о соотношении здоровья и успешности профессиональной деятельности активно используется интегративный психолого-акмеологический подход, соответствующий принципу единства и целостности психики. Учет и соблюдение этих положений положены в основу деятельности отечественных и многих зарубежных ученых.

Цель статьи – теоретический анализ понятия «здоровье» как личной и общественной ценности.

**Материал и методы.** Материалами являются научные подходы, взгляды ученых на понятие «здоровье»; статистические и фактологические данные. Для достижения цели использованы теоретические методы анализа и синтеза, формализации и сравнения научных источников, представлена презентация совместного российско-белорусского научного проекта в рамках поддержки РГНФ и БРФФИ.

**Результаты и их обсуждение.** Среди большей части взрослого населения в последние годы сформировалось понимание того, что в современном динамичном и информационно насыщенном мире только здоровый человек может успешно решать профессиональные задачи, а здоровье представляет значительный человеческий ресурс полноценной и счастливой жизни, способствующий эффективному выполнению замыслов и планов. Признание здоровья в качестве личностно значимого приоритета далеко не всегда означает готовность индивида к реальным действиям по изменению стереотипов своего поведения, переориентации его на принципы здорового образа жизни.

Так, для более трети опрошенных здоровье в повседневности не значится в числе основных ценностей. Это подтверждается и отношением людей к ведению здорового образа жизни – утренней гимнастикой или оздоровительным бегом регулярно занимаются не более 7–8% населения. Примерно столько же совершают оздоровительные прогулки при хорошей погоде по выходным дням. Более 80% людей, даже осознавая ценность своего здоровья, в реальной действительности весьма далеки от здорового образа жизни [1].

Более того, представители возрастных групп по-разному оценивают влияние здоровья на жизненный успех. Так, наименее важным фактором успеха здоровье рассматривается в возрастной группе молодых специалистов, тогда как в группе специалистов среднего возраста (от 40 до 50 лет) его роль отмечается в большей степени. Результаты исследований ученых и специалистов убедительно показывают, что старшая возрастная группа ценит собственное здоровье выше, чем молодежь. В то же время пенсионеры, с учетом имеющегося у них личного опыта разрушения и восстановления здоровья, воспринимают его как самую большую ценность в жизни. Такое отношение характерно для всех предста-

вителей старшего поколения, независимо от социального происхождения [2].

Следовательно, проблема здоровья продолжает оставаться актуальной. Субъективная оценка состояния здоровья в странах СНГ, по сведениям Института Легатум (2014), при среднем показателе по миру 58%, достаточно низкая: его считают хорошим и очень хорошим в России – 44,1% опрошенных, на Украине – 37,2%, в Беларуси – 33,4%. Уровень детской смертности, в частности, в России, выше, чем в других европейских странах (в Беларуси этот показатель на протяжении последних 10 лет имеет тенденцию к снижению), общая смертность населения тоже велика, особенно среди работоспособного поколения людей в возрасте от 20 до 40 лет. Продолжает оставаться крайне низкой, в сравнении с женщинами, продолжительность жизни мужчин. Мужчины переоценивают состояние собственного здоровья и оно чаще всего оказывается хуже, чем они думают (А. Боброва, 2014). По данным Минздрава России, наряду с другими факторами, на общую смертность населения страны влияют табакокурение (17,1%), некачественное и несбалансированное питание (12,9%), потребление алкогольных напитков (11,9%), избыточный вес (12,5%). Тогда как общепризнанными факторами, способствующими сохранению и укреплению здоровья человека, являются:

- наличие цели в жизни, оптимизм и умение владеть своими эмоциями;
- работа, стремление к людям, счастливый брак;
- режим труда и отдыха с обязательным перерывом на другие виды деятельности;
- ежедневная двигательная активность, рациональное питание, нормальный сон;
- отказ от вредных привычек (курение, алкоголь), закаливание воздухом, водой, солнцем [3].

Следует обратить внимание, рассматривая проблему здоровья через концепцию общества риска (U. Beck, R. Inglehart, N. Luhmann, В.И. Чупров, С.В. Шимко и др.), на формирование новой «неклассической нравственности» (А.И. Субетто), в системе ценностей которой осуществляется глубинный синтез интеллекта, нравственности и духовности [4].

В последние несколько лет руководством России и Беларуси предпринимаются различные шаги для улучшения качества и увеличения продолжительности жизни населения. Конкретные меры по достижению поставленных целей нашли отражение в федеральных документах – Национальном проекте «Здоровье», программе «Здоровая Россия», Концепции развития здравоохране-

ния Российской Федерации до 2020 года; деятельности заинтересованных министерств и ведомств, различных учреждений и общественных организаций, ученых и специалистов в области здоровьесбережения. В Беларуси эти задачи зафиксированы в Концепции формирования здорового образа жизни населения Республики Беларусь на период до 2020 года, уже реализованы и запланированы в нескольких государственных программах. Однако, как бы государство ни строило здравоохранительную политику, значительную роль в сохранении и укреплении собственного здоровья играют индивидуальные установки и ориентиры, формирование у человека способности к целостному, интегрированному поведению, направленному на реализацию своих возможностей и стремления к физическому и личностному совершенствованию.

Понятие «здоровый образ жизни» включает поведение и мышление человека, обеспечивающие ему охрану и укрепление здоровья (О.Ф. Алексеева) [5, с. 28–29]. К основным факторам, определяющим образ жизни человека, относятся:

- уровень общей культуры человека и его образованность;
- половые, возрастные и конституциональные особенности человека;
- состояние здоровья, привычки человека;
- особенности трудовой деятельности, отношений и характера воспитания в семье;
- характер экологической среды обитания, материальные условия жизни;
- возможности удовлетворения биологических и социальных потребностей.

Как правило, при анализе образа жизни рассматриваются особенности профессиональной, общественной, социально-культурной и бытовой деятельности человека, взаимосвязь которых раскрывается через уровень, стиль и качество жизни. *Уровень жизни* отражает степень удовлетворения материальных, культурных, духовных потребностей, а получаемый при этом комфорт фиксируется как *качество жизни*. Однако здоровье человека в большей мере, как свидетельствуют исследования, зависит от *стиля жизни*, который понимается как поведенческая особенность, определенный стандарт жизни человека, под который подстраивается психология и психофизиология индивида. Он имеет персонифицированный характер, определяется историческими и национальными традициями, личностными наклонностями [6, с. 242–243].

Эффективность формирования здорового образа жизни напрямую связана с повышением

субъектной включенности самого человека в здоровьесберегающий процесс, проявлением активной позиции по отношению к собственному здоровью. Эта проблема всегда включена в систему социокультурной детерминации и определяется культурой здоровья личности, т.е. определенными ценностными ориентирами, целями и установками, стратегиями конкретного индивидуума. Культура здоровья человека определяется его воспитанием и пониманием причинных факторов здоровья. Формировать культуру – значит выделять главные ценности, ставить их во главу мировоззрения и выстраивать иерархическую систему ценностей. Обучение здоровью для желающих – первая цель, воспитание общей культуры здоровья – цель более глобальная (В.В. Милашевич, Е.В. Краснов, 1983).

Основы физического (телесного), духовно-нравственного (душевного) и психического (социального) здоровья человека закладываются, прежде всего, в семейной среде и образовательных учреждениях. Взаимодействие семьи и школы, в широком понимании, является важнейшей составляющей в формировании культуры здорового и безопасного образа жизни, его последующего влияния на успешность в личной жизни и профессиональной деятельности. Важными направлениями в здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений являются:

- формирование физической культуры как учащихся, так и педагогов;
- реорганизация системы питания в общеобразовательных учреждениях на основе современных технологий производства и транспортировки пищевых продуктов;
- профилактика вредных привычек и ВИЧ-инфекции, алкоголизма и наркомании;
- снижение и предотвращение дорожно-транспортного травматизма [7].

Для реализации здоровьесберегающих технологий (С.Н. Толстов, 2003) выделяют условия (общественно-политические, нормативно-правовые, материально-технические, санитарно-гигиенические и др.) и факторы (дидактические, методические, воспитательные, психолого-педагогические и др.), резервы (межведомственные, СМИ и др.) и препятствия (объективного и субъективного плана). Мировой опыт раскрывает эффективность программ, целью которых является формирование, сохранение и улучшение индивидуального и общественного здоровья (R.K. Manoff, 1986; A.Z. Paul, 1995; G.F. Anderson, 1996; T.P. Weil, 1996). Именно ценность здоро-

вья в сознании человека будет определять выбор здоровьесберегающих способов удовлетворения своих потребностей.

В учебном пособии доктор психологических наук, профессор И.А. Зимняя, говоря о формировании, развитии и коррекции жизненно необходимых каждому человеку социальных умений, останавливается на компетенции здоровьесбережения как основе основ жизни человека. Под *компетентностью здоровьесбережения* понимается «знание и соблюдение норм здорового образа жизни, знание опасности курения, алкоголизма, наркомании, СПИДа, знание и соблюдение правил личной гигиены, обихода, физическая культура человека, свобода и ответственность в выборе образа жизни, опыт и готовность реализации этих знаний в жизнедеятельности, принятие здоровьесбережения как ценности, регулирование психосоматического и эмоционального проявления состояния здоровья» [5, с. 24].

Здоровье выступает обязательным компонентом качества жизни людей и как экономический фактор предусматривает сохранение в образовании профессионалов высокого уровня, определяя результативность их труда. Отмечается, что психологическое благополучие директоров школ и учителей имеет важное значение для благополучия подрастающего поколения (P. Watt, 2012). Вместе с тем, нерешенными являются многие вопросы ценностного порядка по сохранению и укреплению здоровья субъектов образовательного процесса, касаются они в большинстве своем лишь подрастающего поколения (В.А. Ананьев, Т.В. Белинская, Н.Н. Малярчук, Е.Л. Семенова и др.). Вызывает тревогу отсутствие среди учителей мотивации на здоровый образ жизни (Л.Г. Качан, 1998), при этом не выявлено прямой зависимости между уровнем общей культуры, профессиональной компетентностью и уровнем валеологической культуры педагога (O. Nilsen, 1996).

Несмотря на некоторую активизацию внимания к проблеме здоровья руководителя, исследования в данной области остаются редкими, кроме того, они скорее эпизодичны, узконаправленны, нежели системны. Чаще всего эти вопросы рассматриваются в концептуально-теоретической плоскости их обсуждения. Педагоги, в том числе руководители, в условиях феминизации пространства образовательной среды остаются за рамками решения вышеназванной проблемы либо рассматриваются весьма фрагментарно [4].

С целью дальнейшей проработки тематики при поддержке РГНФ и БРФФИ в настоящее время проводится исследование проблемного

поля оформления ценностных структур у руководителей учреждений образования России и Беларуси, степени владения и усвоения ими здоровьесберегающих технологий, культуры здорового образа жизни. Совместное сотрудничество делает возможным проведение междисциплинарного исследования, широкомасштабного среза по изучению современного состояния заявленной проблемы, что ранее в рамках стран СНГ не осуществлялось.

В связи с этим определены конкретные задачи: анализ исследовательских позиций и разработка теоретико-методологических оснований изучения ценностной сферы и профессиональных деформаций в условиях трансформации и рискогенности социального пространства; выявление имеющихся противоречий в части формирования и осознания ценности здоровья; выработка теоретических оснований и научно-практических рекомендаций для преодоления проблемных ситуаций и деформаций в педагогической практике; разработка направлений взаимной интеграции в области разрешения проблемных и предотвращения рискогенных ситуаций в образовательных структурах России и Беларуси.

В исследовании предполагается использование психодиагностических методик по определению у педагогов и руководителей учреждений образования жизненных целей и ценностей (И.Г. Сенин), качества жизни, связанного со здоровьем (J.E. Ware), выявлению в педагогической деятельности барьеров (Т.М. Шамова) и степени проявления синдрома хронической усталости (В.Л. Бакштанский, О.И. Жданов), преобладающего типа (женский или мужской) психической деятельности (шкала FPI) и выбора копинг-механизмов (E. Neim), установлению субъективной и объективной сторон психологического благополучия (К. Рифф, адапт. Н.Н. Лепешинский) и жизненной удовлетворенности (А. Ньюгартен, адапт. Н.В. Панина).

В ходе работы запланированы создание теоретической модели эволюции подходов к здоровью и диагностической методики по выявлению ценности здоровья для руководителя, определение индивидуальной концепции оздоровления педагогов, формирования у них компетентности здоровьесбережения посредством обучающих программ и технологий, представление научно-методических и практических рекомендаций. Выявление условий и факторов, закономерностей и механизмов понимания и осознания педагогами ценности здоровья способствует их конструктивному самоизменению и приводит к трансформации системы жизненных приорите-

тов. Снижение личностных рисков и профессиональных деформаций представляется важным и с точки зрения превентивной идеи сбережения здоровья, предопределяет повышение эмоциональной устойчивости, психологического благополучия и качества жизнедеятельности специалиста-профессионала.

Важно понимать, что здоровье давно уже перестало быть только категорией биологической – оно становится одной из основных общественных, культурных и личностных ценностей. В мировом сообществе выстраивается стратегия его сохранения, основанная на личной значимости и социальной ценности, начинает превалировать идея обоюдной ответственности человека за свое здоровье перед обществом и общества перед каждым конкретным человеком. Определяется необходимость инновационного поведения, когда возможность поливариантного выбора диктует поиски новых целей и стилей жизни. Развитие общества сегодня может и должно исходить из того, что человек – это личность и генератор новых идей, «локомотив» экономического роста, обладающий квалификационными и трудовыми ресурсами, социальной активностью и мобильностью, способностью адаптироваться к сложившимся условиям и эффективно реализовать свои возможности [8]. Приоритет человеческого потенциала и поддержание качества окружающей среды позволяют создавать базу для конкурентоспособной экономики.

**Заключение.** В новых экономических условиях реформирования жизни и упрочения системы рыночных отношений здоровье должно стать субъективной ценностью и основополагающим свойством индивида. Такое понимание позволит обеспечить динамизм общекультурных и личностных преобразований, единство и гармонию социоприродной системы и самого человека.

*Статья подготовлена в рамках совместного российско-белорусского научного проекта при поддержке РГНФ № 15-26-01004/15 – БРФФИ № Г15Р-039.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богачева, Т.Ю. Здоровье в системе жизненных ценностей современного специалиста: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.13 / Т.Ю. Богачева; РАГС. – М., 2010. – 17 с.
2. Педагогика и психология здоровья: сб. работ сотрудников кафедры психолого-педагогических технологий охраны и укрепления здоровья. – М.: АПКИПРО, 2003. – 183 с.
3. Психолого-педагогические аспекты формирования ценности здоровья, культуры здорового и безопасного образа жизни в системе образования: сб. науч.-метод. материалов / сост. и науч. ред. Н.Ю. Синягина, Е.Г. Артамонова. – М.: АНО «ЦНПРО», 2014. – Вып. II. – 208 с.
4. Вержибок, Г.В. Ценность здоровья в системе нравственно-ноосферного императива как условие устойчивости социоприродной эволюции / Г.В. Вержибок // Научно-образовательное

общество как носитель реализации императива экологического выживания человечества в XXI веке: коллект. моногр. / под науч. ред. А.И. Субетто. – СПб.: Астерион, 2014. – С. 102–108.

5. Осваиваем социальные компетентности / под ред. И.А. Зимней. – М.: МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 2011. – 592 с.
6. Психология здоровья: учеб. для вузов / под ред. Г.С. Никифорова. – СПб.: Питер, 2006. – 607 с.
7. Березина, В.А. Здоровый образ жизни как основа успешной жизнедеятельности человека / В.А. Березина // Образование личности. – 2013. – № 4. – С. 8–16.
8. Концепция Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года. – Минск, 2014. – 91 с. – (ГНУ НИЭИ).
3. Syniagina N.Yu., Artamonova E.G. *Psikhologo-pedagogicheskiye aspekty formirovaniya tsennosti zdoroviya, kulturi zdorovogo i bezopasnogo obraza zhizni v sisteme obrazovaniya: sb. nauch.-metod. materialov* [Psychological and Pedagogical Aspects of Shaping Health Value, Culture of Healthy and Safe Lifestyle in the System of Education: Collection of Scientific and Methodological Materials], M., ANO «TsNPRO», 2014, 208 p.
4. Verzhbyok G.V. *Nauchno-obrazovatelnoye obshchestvo kak nositel realizatsii imperativa ekologicheskogo vizhivaniya chelovechestva v XXI veke: kolekt. monogr.* [Scientific and Educational Society as a Carrier of the Imperative Implementation of Ecological Survival of Mankind in the XXI Century: Collective Monograph], SPb., Asterion, 2014, pp. 102–108.
5. Zimniaya I.A. *Osvaivayem sotsialniye kompetentnosti* [Mastering Social Competencies], M., MPSI, Voronezh, MODEK, 2011, 592 p.
6. Nikiforova G.S. *Psikhologiya zdoroviya: ucheb. dlia vuzov* [Psychology of Health: University Textbook], SPb., Piter, 2006, 607 p.
7. Beresina V.A. *Obrazovaniye lichnosti* [Education of the Personality], 2013, 4, pp. 8–16.
8. *Kontseptsiya Natsionalnoi strategii ustoichivogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus do 2030 goda* [Concept of National Strategy of Sustainable Social and Economic Development of the Republic of Belarus up to 2030], Minsk, 2014, 91 p. – (GNU NIED).

#### REFERENCES

1. Bogacheva T.Yu. *Zdoroviye v sisteme zhiznennikh tsennostei sovremennogo spetsialista: dis. ... kand. psikhol. nauk* [Health in the System Life Values of the Contemporary specialist: PhD (Psychology) Thesis], RAGS, M., 2010, 17 p.
2. *Pedagogika i psikhologiya zdoroviya: sb. rabot sotrudnikov kafedri psikhologo-pedagogicheskikh tekhnologii okhrani i ukrepleniya zdoroviya* [Pedagogical Science and Psychology of Health: Collection of Works by Teachers of the Department of Psychological and Pedagogical Technologies of Health Maintenance and Protection], M., APKIPRO, 2003, 183 p.

Поступила в редакцию 26.10.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: cipv@yandex.ru – Березина В.А.