



ISSN 2074-8566

ВЕСНИК

ВИЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСИТЭТА

2017 № 2(95)

ВЕСНІК

ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА

НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС

Выдаецца з верасня 1996 года
Выходзіць чатыры разы ў год

2017
№ 2(95)

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

Рэдакцыйная калегія:

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

Т.Г. Алейнікава, Г.П. Арлова, Я.Я. Аршанскі, М.М. Вараб'ёў,
М.Ц. Вараб'ёў (адказы за раздзел «Матэматыка»),
А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, У.В. Іваноўскі, Я.А. Краснабаеў,
В.Я. Кузьменка (адказы за раздзел «Біялогія»), **І.А. Ліцвянкова, Л.М. Мяржвінскі,**
П.І. Навіцкі, С.У. Нікалаенка, Н.А. Ракава (адказы за раздзел «Педагогіка»),
Г.Г. Сушко, Т.А. Талкачова, Ю.В. Трубінаў

Рэдакцыйны савет:

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

Сакратарыят:

Г.У. Разбоева (адказы 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 навуках, а таксама цытуецца і рэферуюецца
ў рэфератыўных выданнях УНІТІ*

Адрас рэдакцыі:

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33,
пакой 202, т. 58-48-93.
E-mail: nauka@vsu.by
<http://www.vsu.by>

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 15.06.2017. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.
Ум. друк. арк. 15,34. Ул.-выд. арк. 12,48. Тыраж 180 экз. Заказ 90.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2017

ЗМЕСТ

МАТЭМАТЫКА

Можей Н.П. Канонічныя сувязнасці на сіметрычных прастранствах з неразрэшымай групой пераўтварэнняў	5
Віслобоков Н.Ю. Чысленнае мадэліраванне генерацыі нізко- і высокочастотнага кані- нмальнага ізапрамянення ультракороткімі лазернымі імпульсамі ў празрачных дыэлектрыках	15
Храмцов О.В. Стабілізацыя ўвільне інтэгуруемых лінейных стацыянарных сістэм Пфафа ў выпадку скалярнага кіравання	22

БІЯЛОГІЯ

Нікалайчук А.М. Асабнасці анатамічнай структуры лісцяў дрэвесных раслін, прайз- растаючых ў блізі цементных заводаў Беларусі	27
Крэстыянінава Т.Ю., Жуков А.В., Гапоненюк Ю.В. Ацэнка функцыянальнага становішча і фізі- чнай работаспосібнасці студэнтаў факультэта фізічнай культуры і спорту, атрымліваючых дадатковую ваенна-лічбную спецыяльнасць	35
Цербакова М.А. Вліянне забруднення атмасфернага воздуча на захворэваемасць вазрослага горадскога насельніцтва бронхіальнай астмай	40
Чепелов С.А., Савенюк В.Е. Колькасная ацэнка ўгледароднага забруднення раёнаў вадасбора галоўных рэк Віцебскага раёна	49
Гершензон З.С. К ізаучэнню відовага састава молей-іпапомеутід Палеарктыкі (Lepidoptera, Yponomeutidae)	56
Шорец М.А., Орлова Д.А., Балаева-Тіхомярова О.М. Ацэнка ступені антрапагеннага напружання на пачвы г. Віцебска па асновным дыягнастычным паказатэлям	62

ПЕДАГОГІКА

Алешанова І.В., Фролова Н.А. Развіццё ўчэбна-познавальнай кампетэнцыі ў кантэксте прафесійнальна арыентаванага навучання інастранным мовам	70
Новіцкі П.І., Павроў В.І. Эфектыўнасць ісапользавання рабочых тетрадаў ў навучэнні фізкультурным знаанням ўвучаючыхся пачатковай школы	76
Терешкова Т.Е. Асабнасці прымянення іппатэрапіі як камплекснага мэтада рэабіліта- цыі і вастанавлення	82
Талай В.А. Вліянне сацыяльна-эканамічных ўмоў на заняткі фізічнай культурай ўвучаючыхся Віцебскай абласці	89
Лазуркін А.А. Дыягнастычныя задання па выяўленню сфарміраваннасці ў ўвучаючыхся прадметных кампетэнцый пры рабоце са слоўварыямі	97
Котыко Е.П. Адрэдавленне эфектыўных спосабаў кіравання творчаскай познавальнай дэятельнасцю студэнтаў ў араватэральным працэсе	103
Макрыцкі М.В. Значэнне духоўна-нараваснага вавітання ў прэадаленні негатыўных тендэнцый развіцця савременнага аааства	108
Сокалова Е.О. Стылізацыя як срадства фармоабравання пры пераходзе ад натурнага ізабра- жэння к дэкаратывнаму	112
Сак Ю.В. Павышэнне функцыянальнага становішча арганізма будучых ўчыталяў пачатковых класаў пры занятках лыжнай падгатаўкай	117
Прохоров Ю.М. Умовы і спосабы пратывадаействія боксеру с аагрэсывнай манерай ваведэння бая ў ўмовах савевнаванняў	123

CONTENTS

MATHEMATICS

Mozhey N.P. Canonical Connections on Symmetric Spaces with Unsolvable Group of Transformations	5
Vislobokov N.Yu. Numerical Modeling of the Generation of Low- and High-Frequency Continuum Radiation by Ultra-short Laser Pulses in Transparent Dielectrics	15
Khramtsov O.V. Stabilization of Complete Integrated Linear Stationary Pfaff Systems in Case of Scalar Control	22

BIOLOGY

Nikolaichuk A.M. Features of Leaf Anatomic Structure of Woody Plants which Grow Nearby Concrete Plants in Belarus	27
Krestyaninova T.Yu., Zhukov A.V., Gaponionok Yu.V. Assessment of Functional Status and Physical Capacity of Sports Students who Minor in Military Training	35
Shcherbakova M.A. Impact of Atmospheric Air Pollution on Bronchial Asthma Sickness Rate of Adult Urban Population	40
Chepelov S.A., Savenok V.E. Quantitative Assessment of Hydrocarbon Contamination of Drainage Areas of Major Rivers of Vitebsk Region	49
Gershenson Z.S. To the Knowledge of Specific Diversity of the Ponomeutid Moths (Lepidoptera, Yponomeutidae) of the Palaearctic Region	56
Shorets M.A., Orlova D.A., Balayeva-Tikhomirova O.M. Key Diagnostic Parameters Assessment of Anthropogenic Load on the Soil of Vitebsk	62

PEDAGOGY

Aleshchanova I.V., Frolova N.A. Educational Cognitive Competence Development in the Context of Professionally Oriented Foreign Language Teaching	70
Novitski P.I., Pavroz V.I. Efficiency of Application of Workbooks in Teaching Primary Schoolchildren Health Knowledge	76
Treshkova T.E. Application Features of Hypotherapy as a Complex Method of Rehabilitation and Recovery	82
Talay V.A. Impact of Social and Economic Conditions on Physical Training of Schoolchildren in Vitebsk Region	89
Lazurkin A.A. Diagnostic Tasks on Identifying Students' Subject Competence Shaping while Working with Dictionaries	97
Kotko E.L. Determining Effective Ways of Managing Creative Cognitive Activities of Students in the Educational Process	103
Makritski M.V. Significance of Spiritual and Moral Education in Overcoming Negative Tendencies of the Contemporary Society Development	108
Sokolova E.O. Stylization as a Means of Form Building in the Transition from Actual Image (Life) Drawing to Decorative One	112
Sak Y.V. Would-be Elementary School Teachers Functional State of Body Improvement at Ski Training Classes	117
Prokhorov Yu.M. Conditions and Ways of Counteracting a Boxer with an Aggressive Manner of Fighting in Competition	123



МАТЭМАТЫКА

УДК 514.765.1

Канонические связности на симметрических пространствах с неразрешимой группой преобразований

Н.П. Можей

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Симметрическое пространство по Э. Картану – это пространство аффинной связности без кручения, тензор кривизны которого сохраняется при параллельном перенесении. Симметрические пространства встречаются во множестве ситуаций в математике и физике. Они – важные объекты изучения в теории представлений, гармоническом анализе, а также в дифференциальной геометрии.

Цель статьи – описание всех инвариантных аффинных связностей на трехмерных симметрических однородных пространствах вместе с их тензорами кривизны и кручения, канонических связностей и естественных связностей без кручения.

Материал и методы. Материал исследования – симметрические пространства и связности на них. Определены основные понятия: изотропно-точная пара, симметрическое пространство, каноническое разложение, аффинная связность, каноническая связность, естественная связность без кручения, тензор кручения, тензор кривизны, алгебра голономии.

Результаты и их обсуждение. Приведено локальное описание трехмерных симметрических однородных пространств, на которых действует неразрешимая группа Ли преобразований с разрешимым стабилизатором. Локальная классификация однородных пространств эквивалентна описанию эффективных пар алгебр Ли. Впервые найдены все инвариантные аффинные связности на таких однородных пространствах, выписаны явно канонические связности и естественные связности без кручения, найдены тензоры кривизны, кручения, алгебры голономии указанных связностей. Исследования основаны на использовании свойств алгебр Ли, групп Ли и однородных пространств и носят, главным образом, локальный характер.

Заключение. Особенностью представленной работы является применение чисто алгебраического подхода к описанию многообразий и связностей на них, а также сочетание различных методов дифференциальной геометрии, теории групп и алгебр Ли и теории однородных пространств. Полученные результаты могут быть использованы при исследовании многообразий, а также иметь приложения в различных областях геометрии, топологии, дифференциальных уравнений, анализа, алгебры, в общей теории относительности, ядерной физике, физике элементарных частиц и др., поскольку многие фундаментальные задачи в этих областях связаны с изучением инвариантных объектов на симметрических пространствах.

Ключевые слова: каноническая связность, симметрическое пространство, группа Ли, тензор кривизны.

Canonical Connections on Symmetric Spaces with Unsolvable Group of Transformations

N.P. Mozhey

Educational Establishment «Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics»

A symmetric space by E. Cartan is a space of affine connection without torsion, its curvature tensor is invariant under parallel transport. Symmetric spaces arise in a wide variety of situations in both mathematics and physics. They are important objects of study in representation theory and harmonic analysis as well as in differential geometry.

The purpose of the work is the description of all invariant affine connections on three-dimensional symmetric homogeneous spaces together with their curvature and torsion tensors, canonical connections and natural torsion-free connections.

Material and methods. *The object of the investigation is symmetric spaces and connections on them. The basic notions, such as an isotropically-faithful pair, a symmetric space, a canonical decomposition, an affine connection, a canonical connection, a natural torsion-free connection, curvature and torsion tensors, a holonomy, algebra are defined.*

Findings and their discussion. *The local description of three-dimensional symmetric homogeneous spaces with an unsolvable Lie group of transformations and a solvable stabilizer is given. The local classification of homogeneous spaces is equivalent to the description of the effective pairs of Lie algebras. All invariant affine connections on those spaces, canonical connections and natural torsion-free connections are described, curvature and torsion tensors, holonomy algebras are found. Studies are based on the use of properties of the Lie algebras, Lie groups and homogeneous spaces and they mainly have local character.*

Conclusion. *The peculiarity of techniques presented in the work is the application of purely algebraic approach to the description of manifolds and connections on them, as well as compound of methods of differential geometry, the theory of Lie groups and algebras and the theory of homogeneous spaces. The results can be used in the study of manifolds, and can have applications in various fields of geometry, topology, differential equations, analysis, algebra, general theory of relativity, nuclear physics, physics of elementary particles and others, as many fundamental problems in these areas relate to the study of invariant objects on symmetric spaces.*

Key words: canonical connection, symmetric space, Lie group, curvature tensor.

Симметрическое пространство по Э. Картану – это пространство аффинной связности без кручения, тензор кривизны которого сохраняется при параллельном перенесении [1]. Название «симметрическое» обусловлено геометрическим свойством таких пространств, которое может быть принято за определение: геодезическая симметрия относительно любой точки есть автоморфизм пространства, т.е. такое преобразование, при котором заданная аффинная связность переходит в себя. Примерами симметрических пространств могут служить пространства постоянной кривизны, классические области в комплексном аффинном пространстве и т.д. Симметрические римановы пространства впервые исследовал П.А. Широков [2]. Важность изучения такого класса пространств была подтверждена работами Э. Картана, показавшего, какую существенную роль играют симметрические пространства в теории полупростых групп Ли. Классификация римановых симметрических пространств получена Э. Картаном, им была решена и задача локальной классификации симметрических однородных пространств с простыми компактными основными группами. Найдена также классификация симметрических однородных пространств с простыми некомпактными основными группами [3; 4]. В [5] можно ознакомиться с понятием канонической связности и естественной связности без кручения. Инвариантные аффинные связности на трехмерных однородных пространствах с неразрешимой группой преобразований изучались в [6]. В данной работе исследуются связности на симметрических однородных пространствах, на которых действует неразрешимая группа преобразований с разрешимым стабилизатором.

Цель статьи – описание всех инвариантных аффинных связностей на трехмерных симметрических однородных пространствах вместе с их тензорами кривизны и кручения, канонических связностей и естественных связностей без кручения.

Материал и методы. Материал исследования – симметрические пространства и связности на них. Определены основные понятия: изотропно-точная пара, симметрическое пространство, каноническое разложение, аффинная связность, каноническая связность, естественная связность без кручения, тензор кручения, тензор кривизны, алгебра голономии.

Пусть M – дифференцируемое многообразие, на котором транзитивно действует группа $\bar{G}$, $G = \bar{G}_x$ – стабилизатор произвольной точки $x \in M$. Проблема классификации однородных пространств $(M, \bar{G})$ равносильна классификации (с точностью до эквивалентности) пар групп Ли $(\bar{G}, G)$, где $G \subset \bar{G}$, так как M может быть отождествлено с многообразием левых смежных классов $\bar{G} / G$ (см., например, [7]). Изучая однородные

пространства, важно рассматривать не саму группу G , а ее образ в $\text{Diff}(M)$, т.е. достаточно изучать только эффективные действия группы $\bar{G}$ на многообразии M . Пусть $\bar{g}$ – алгебра Ли группы Ли $\bar{G}$, а $\mathfrak{g}$ – подалгебра, соответствующая подгруппе G . Пара $(\bar{g}, \mathfrak{g})$ алгебр Ли называется *эффективной*, если подалгебра $\mathfrak{g}$ не содержит отличных от нуля идеалов $\bar{g}$. *Изотропное действие* группы G на касательном пространстве $T_x M$ – это фактор-действие присоединенного действия G на $\bar{g}$: $s \cdot (x + g) = (Ad_s)(x) + g$ для всех $s \in G$, $x \in \bar{g}$. При этом алгебра $\mathfrak{g}$ действует на $T_x M = \bar{g} / G$ следующим образом: $x \cdot (y + g) = [x, y] + g$ для всех $x \in \mathfrak{g}$, $y \in \bar{g}$.

Пара $(\bar{g}, \mathfrak{g})$ называется *изотропно-точной*, если точно изотропное представление $\mathfrak{g}$. Это означает, что естественное действие стабилизатора $\bar{G}_x$, $x \in M$ на $T_x M$ имеет нулевое ядро. Необходимое условие существования аффинной связности состоит в том, что представление изотропии для G должно быть точным, если $\bar{G}$ эффективна на $\bar{G}/G$ [5]. Там, где это не будет вызывать различия, отождествляем подпространство, дополнительное к $\mathfrak{g}$ в $\bar{g}$, и фактор-пространство $\mathfrak{m} = \bar{g} / \mathfrak{g}$. *Аффинной связностью* на паре $(\bar{g}, \mathfrak{g})$ называется такое отображение $\Lambda : \bar{g} \rightarrow \mathfrak{gl}(\mathfrak{m})$, что его ограничение на $\mathfrak{g}$ – изотропное представление подалгебры, а все отображение является $\mathfrak{g}$ -инвариантным. Инвариантные аффинные связности на однородном пространстве $(M, \bar{G})$ находятся во взаимно однозначном соответствии (см., например, [8]) с аффинными связностями на паре $(\bar{g}, \mathfrak{g})$. Многообразие M с аффинной связностью является *аффинным симметрическим*, если для каждого $x \in M$ симметрия s_x может быть продолжена до глобального аффинного преобразования для M . На каждом связном аффинном симметрическом пространстве группа аффинных преобразований транзитивна, т.е. аффинное симметрическое пространство M может быть представлено как однородное пространство $\bar{G}/G$. Более того, поскольку $M = \bar{G}/G$ редуктивно (а $\bar{G}$ транзитивна), для классификации симметрических пространств достаточно рассматривать только изотропно-точные пространства. Таким образом, симметрическое пространство есть тройка $(\bar{G}, G, \sigma)$, состоящая из связной группы Ли $\bar{G}$, замкнутой подгруппы G для $\bar{G}$ и инволютивного автоморфизма σ для $\bar{G}$ такого, что $\sigma(g) = s_o \circ g \circ s_o^{-1}$ для $g \in \bar{G}$, где s_o – симметрия для M в o . Пусть $(\bar{g}, \mathfrak{g}, \sigma)$ – симметрическая алгебра Ли. Поскольку σ инволютивно, то его собственными значениями являются 1 и -1, а $\mathfrak{g}$ – собственное подпространство для 1. Пусть $\mathfrak{m}$ – собственное подпространство для -1. Разложение $\bar{g} = \mathfrak{g} + \mathfrak{m}$ называется *каноническим разложением* для $(\bar{g}, \mathfrak{g}, \sigma)$. Если $\bar{g} = \mathfrak{g} + \mathfrak{m}$ – каноническое разложение симметрической алгебры Ли $(\bar{g}, \mathfrak{g}, \sigma)$, то $[\mathfrak{g}, \mathfrak{g}] \subset \mathfrak{g}$, $[\mathfrak{g}, \mathfrak{m}] \subset \mathfrak{m}$, $[\mathfrak{m}, \mathfrak{m}] \subset \mathfrak{g}$. Поскольку тензоры кривизны и кручения инвариантны относительно действия группы Ли G , они однозначно определяются тензорами на касательном пространстве к многообразию, причем эти тензоры инвариантны относительно изотропного действия. Тензоры кручения $T \in \text{Inv } T_2^{-1}(\mathfrak{m})$ и кривизны $R \in \text{Inv } T_3^{-1}(\mathfrak{m})$ для всех $x, y \in \bar{g}$ имеют соответственно вид

$$T(x_m, y_m) = \Lambda(x)y_m - \Lambda(y)x_m - [x, y]_m, \quad R(x_m, y_m) = [\Lambda(x), \Lambda(y)] - \Lambda([x, y]).$$

Односвязное многообразие M с аффинной связностью такой, что $T = \nabla R = 0$, порождает симметрическое пространство $(\bar{G}, G, \sigma)$ такое, что $M = \bar{G}/G$. Верно и обратное, если $(\bar{G}, G, \sigma)$ – симметрическое пространство, то однородное пространство $\bar{G}/G$ допускает инвариантную аффинную связность с $T = \nabla R = 0$. Инвариантная связность, определяемая равенством $\Lambda|_{\mathfrak{m}} = 0$, называется *канонической связностью* для $(\bar{G}, G, \sigma)$ или $\bar{G}/G$ (относительно разложения $\bar{g} = \mathfrak{g} + \mathfrak{m}$), ее также называют *канонической связностью второго рода*. Поскольку для симметрического пространства $[\mathfrak{m}, \mathfrak{m}] \subset \mathfrak{g}$, каноническая связность совпадает с *естественной связностью без кручения* (единственной инвариантной аффинной связностью без кручения, имеющей те же геодезические, что и каноническая связность: $\Lambda|_{\mathfrak{m}}(x)y = 1/2[x, y]_m$, $x, y \in \mathfrak{m}$; ее также называют *канонической связностью первого рода*). Если $(\bar{G}, G, \sigma)$ – симметрическое пространство, то каноническая связность есть единственная аффинная связность на $M = \bar{G}/G$, которая инвариантна при действии симметрий для M .

Переформулируем теорему Вана об алгебре группы голономии инвариантной связности: алгебра Ли группы голономии инвариантной связности $\Lambda : \bar{g} \rightarrow \mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ на паре $(\bar{g}, \mathfrak{g})$ – это подалгебра алгебры Ли $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ вида $V + [\Lambda(\bar{g}), V] + [\Lambda(\bar{g}), [\Lambda(\bar{g}), V]] + \dots$, где V – подпространство, порожденное множеством $\{(\Lambda(x), \Lambda(y)) - \Lambda([x, y]) \mid x, y \in \bar{g}\}$.

Результаты и их обсуждение. Будем описывать пару $(\bar{g}, \mathfrak{g})$ при помощи таблицы умножения алгебры Ли $\bar{g}$. Через $\{e_1, \dots, e_n\}$ обозначим базис $\bar{g}$ ($n = \dim \bar{g}$). Будем полагать, что подалгебра Ли $\mathfrak{g}$ порождается векторами $e_1, \dots, e_{n-3}$, а $\{u_1 = e_{n-2}, u_2 = e_{n-1}, u_3 = e_n\}$ – базис $\mathfrak{m}$. Для нумерации подалгебр используем запись d, n , а для нумерации пар – запись d, n, m , соответствующие приведенным в [9], здесь d – размерность

подалгебры, n – номер подалгебры в $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$, а m – номер пары $(\bar{g}, g)$. Поскольку ограничение $\Lambda: \bar{g} \rightarrow \mathfrak{gl}(m)$ на g – изотропное представление подалгебры, связность определяется своими значениями на m . Выпишем ее через образы базисных векторов $\Lambda(u_1)$, $\Lambda(u_2)$, $\Lambda(u_3)$, запишем тензор кривизны R его значениями $R(u_1, u_2)$, $R(u_1, u_3)$, $R(u_2, u_3)$, а тензор кручения T – его значениями $T(u_1, u_2)$, $T(u_1, u_3)$, $T(u_2, u_3)$. Пара $(\bar{g}, g)$ называется *тривиальной*, если существует коммутативный идеал $\mathfrak{a}$ в алгебре Ли $\bar{g}$, такой, что $g \oplus \mathfrak{a} = \bar{g}$.

Теорема. Все трехмерные симметрические однородные пространства, такие, что $\bar{g}$ неразрешима, а g разрешима ($g \neq \{0\}$), локально имеют следующий вид:

1.1.5.	e_1	u_1	u_2	u_3	1.3.5.	e_1	u_1	u_2	u_3	1.3.6.	e_1	u_1	u_2	u_3
e_1	0	u_1	$-u_2$	0	e_1	0	$-u_2$	u_1	0	e_1	0	$-u_2$	u_1	0
u_1	$-u_1$	0	e_1	0	u_1	u_2	0	e_1	0	u_1	u_2	0	$-e_1$	0
u_2	u_2	$-e_1$	0	0	u_2	$-u_1$	$-e_1$	0	0	u_2	$-u_1$	e_1	0	0
u_3	0	0	0	0	u_3	0	0	0	0	u_3	0	0	0	0

2.1.2.	e_1	e_2	u_1	u_2	u_3	2.3.2.	e_1	e_2	u_1	u_2	u_3
e_1	0	0	u_1	$-u_2$	0	e_1	0	0	$-u_2$	u_1	0
e_2	0	0	0	0	u_3	e_2	0	0	0	0	u_3
u_1	$-u_1$	0	0	e_1	0	u_1	u_2	0	0	e_1	0
u_2	u_2	0	$-e_1$	0	0	u_2	$-u_1$	0	$-e_1$	0	0
u_3	0	$-u_3$	0	0	0	u_3	0	$-u_3$	0	0	0

2.3.3.	e_1	e_2	u_1	u_2	u_3	2.9.12.	e_1	e_2	u_1	u_2	u_3
e_1	0	0	$-u_2$	u_1	0	e_1	0	$-e_2$	u_1	$-2u_2$	$2u_3$
e_2	0	0	0	0	u_3	e_2	e_2	0	0	0	u_1
u_1	u_2	0	0	$-e_1$	0	u_1	$-u_1$	0	0	e_2	0
u_2	$-u_1$	0	e_1	0	0	u_2	$2u_2$	0	$-e_2$	0	$-e_1$
u_3	0	$-u_3$	0	0	0	u_3	$-2u_3$	$-u_1$	0	e_1	0

3.8.8.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3	3.21.7.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3
e_1	0	0	e_3	u_1	0	0	e_1	0	$-e_3$	e_2	0	$-u_3$	u_2
e_2	0	0	e_3	0	u_2	$-u_3$	e_2	e_3	0	0	0	u_1	0
e_3	$-e_3$	$-e_3$	0	0	0	u_1	e_3	$-e_2$	0	0	0	0	u_1
u_1	$-u_1$	0	0	0	e_3	0	u_1	0	0	0	0	$-e_2$	$-e_3$
u_2	0	$-u_2$	0	$-e_3$	0	$2e_2 - e_1$	u_2	u_3	$-u_1$	0	e_2	0	$-e_1$
u_3	0	u_3	$-u_1$	0	$e_1 - 2e_2$	0	u_3	$-u_2$	0	$-u_1$	e_3	e_1	0

3.19.14.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3	3.21.6.	e_1	e_2	e_3	u_1	u_2	u_3
e_1	0	$-e_2$	e_3	0	u_2	$-u_3$	e_1	0	$-e_3$	e_2	0	$-u_3$	u_2
e_2	e_2	0	0	0	u_1	0	e_2	e_3	0	0	0	u_1	0
e_3	$-e_3$	0	0	0	0	u_1	e_3	$-e_2$	0	0	0	0	u_1
u_1	0	0	0	0	e_3	e_2	u_1	0	0	0	0	e_2	e_3
u_2	$-u_2$	$-u_1$	0	$-e_3$	0	e_1	u_2	u_3	$-u_1$	0	$-e_2$	0	e_1
u_3	u_3	0	$-u_1$	$-e_2$	$-e_1$	0	u_3	$-u_2$	0	$-u_1$	$-e_3$	$-e_1$	0

4.11.2.	e_1	e_2	e_3	e_4	u_1	u_2	u_3	4.13.2.	e_1	e_2	e_3	e_4	u_1	u_2	u_3
e_1	0	0	e_3	e_4	u_1	0	0	e_1	0	e_2	e_3	0	u_1	0	0
e_2	0	0	$-e_3$	e_4	0	u_2	$-u_3$	e_2	$-e_2$	0	0	e_3	0	u_1	0
e_3	$-e_3$	e_3	0	0	0	u_1	0	e_3	$-e_3$	0	0	$-e_2$	0	0	u_1
e_4	$-e_4$	$-e_4$	0	0	0	0	u_1	e_4	0	$-e_3$	e_2	0	0	$-u_3$	u_2
u_1	$-u_1$	0	0	0	0	e_4	e_3	u_1	$-u_1$	0	0	0	0	e_2	e_3
u_2	0	$-u_2$	$-u_1$	0	$-e_4$	0	e_2	u_2	0	$-u_1$	0	u_3	$-e_2$	0	e_4
u_3	0	u_3	0	$-u_1$	$-e_3$	$-e_2$	0	u_3	0	0	$-u_1$	$-u_2$	$-e_3$	$-e_4$	0

4.13.3.	e_1	e_2	e_3	e_4	u_1	u_2	u_3
e_1	0	e_2	e_3	0	u_1	0	0
e_2	$-e_2$	0	0	e_3	0	u_1	0
e_3	$-e_3$	0	0	$-e_2$	0	0	u_1
e_4	0	$-e_3$	e_2	0	0	$-u_3$	u_2
u_1	$-u_1$	0	0	0	0	$-e_2$	$-e_3$
u_2	0	$-u_1$	0	u_3	e_2	0	$-e_4$
u_3	0	0	$-u_1$	$-u_2$	e_3	e_4	0

З а м е ч а н и е. Если на параметры, появляющиеся в процессе классификации, накладываются некоторые дополнительные условия, то они записываются сразу после таблицы умножения. В противном случае предполагается, что параметры пробегает все $\mathbb{R}$.

Д о к а з а т е л ь с т в о. Сначала описаны все трехмерные изотропно-точные пары. Для этого классифицированы подалгебры $\mathfrak{g}$ в $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ с точностью до сопряженности, а далее найдены (с точностью до эквивалентности) все пары $(\bar{g}, g)$, такие пары $\text{codim } \bar{g} = 3$ выписаны в [9]. Из них выбраны симметрические пары с неразрешимой алгеброй $\bar{g}$ и разрешимой g , т.е. те, для которых $\bar{g} = g + m$, $g \cap m = 0$, $[g, g] \subset g$, $[g, m] \subset m$, $[m, m] \subset g$. Если g – разрешимая подалгебра алгебры Ли $\mathfrak{gl}(3, \mathbb{R})$ такая, что пара $(\bar{g}, g)$ задает трехмерное симметрическое однородное пространство, $\bar{g}$ не является разрешимой и $g \neq \{0\}$, то g сопряжена одной и только одной из следующих подалгебр:

$$\begin{array}{lllll}
 1.1. \begin{bmatrix} x & & \\ & -x & \\ & & \end{bmatrix} & ; & 1.3. \begin{bmatrix} x & & \\ & -x & \\ & & \end{bmatrix} & ; & 2.1. \begin{bmatrix} x & & \\ & -x & \\ & & y \end{bmatrix} & ; & 2.3. \begin{bmatrix} x & & \\ & -x & \\ & & y \end{bmatrix} & ; & 2.9. \begin{bmatrix} y & & x \\ & -2y & \\ & & 2y \end{bmatrix} \\
 3.8. \begin{bmatrix} y & & x \\ & z & \\ & & -y \end{bmatrix} & ; & 3.19. \begin{bmatrix} y & & z \\ & x & \\ & & -x \end{bmatrix} & ; & 3.21. \begin{bmatrix} y & & z \\ & x & \\ & & -x \end{bmatrix} & ; & 4.11. \begin{bmatrix} x & & z & u \\ & y & & \\ & & -y & \end{bmatrix} & ; & 4.13. \begin{bmatrix} x & & z & u \\ & & y & \\ & & & -y \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Здесь предполагается, что переменные обозначены латинскими буквами и принадлежат $\mathbb{R}$. Базис подалгебры, по умолчанию, будем выбирать, придав одной из латинских переменных значение 1, а остальным 0, нумерация базисных векторов соответствует алфавиту.

Для каждой такой подалгебры найдем изотропно-точные пары. Рассмотрим, например, пару типа 1.1. Пусть $E = \{e_i\}$ – базис g , где

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

Из тождества Якоби следует, что $[u_1, u_2] = \alpha_1 e_1 + \alpha_3 u_3$, $[u_1, u_3] = \beta_1 u_1$, $[u_2, u_3] = \gamma_2 u_2$. Если $\beta_1 + \gamma_2 \neq 0$, то $\alpha_1 = \alpha_3 = 0$ и пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре, не входящей в рассматриваемый в работе класс пар. Теперь предположим, что $\beta_1 + \gamma_2 = 0$. Отображение $\pi: \bar{g} \rightarrow \bar{g}$, такое, что $\pi(e_i) = e_i$, $\pi(u_i) = u_i$, $\pi(u_2) = u_2$, $\pi(u_3) = u_3 - \beta_1 e_1$, установит эквивалентность пар $(\bar{g}, g)$ и $(\bar{g}', g')$, где u последней $[u_1, u_2] = \alpha_1 e_1 + \alpha_3 u_3$, $[u_1, u_3] = [u_2, u_3] = 0$. Если $\alpha_1 \neq 0$ и $\alpha_3 \neq 0$, то пара $(\bar{g}', g')$ эквивалентна паре 1.1.5 посредством $\pi: \bar{g}_5 \rightarrow \bar{g}'$, $\pi(e_i) = e_i$, $\pi(u_1) = u_1$, $\pi(u_2) = \alpha_1^{-1} u_2$, $\pi(u_3) = \alpha_3 \alpha_1^{-1} u_3$. Если $\alpha_1 \alpha_3 = 0$, то пара $(\bar{g}', g')$ эквивалентна одной из пар, не входящих в рассматриваемый в работе класс пар.

Исследуем теперь, например, пары типа 1.3. Тогда $[e_1, u_1] = -u_2$, $[e_1, u_2] = u_1$, $[e_1, u_3] = p e_1$, $p \in \mathbb{R}$. Проверив тождество Якоби, получим $[u_1, u_2] = \alpha_1 e_1 + \alpha_3 u_3$, $[u_1, u_3] = \beta_1 u_1$, $[u_2, u_3] = \beta_2 u_2$. При $\alpha_3 = 0$, $\alpha_1 \neq 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре 1.3.5 или 1.3.6 посредством $\pi: \bar{g}_{(6)} \rightarrow \bar{g}$, $\pi(e_1) = e_1$, $\pi(u_1) = \sqrt{\alpha_1} |u_1$, $\pi(u_2) = \sqrt{\alpha_1} |u_2$, $\pi(u_3) = u_3$. Пары 1.3.5 и 1.3.6 не эквивалентны, поскольку подалгебра Леви $(\bar{g}_5, g_5)$ изоморфна $\mathfrak{su}(2)$, а подалгебра Леви $(\bar{g}_6, g_6)$ изоморфна $\mathfrak{sl}(2, \mathbb{R})$. В остальных случаях $(\bar{g}, g)$ эквивалентна одной из пар, не входящих в рассматриваемый в работе класс.

Рассмотрим, например, пару типа 2.1. Заметим, что g – нильпотентная алгебра Ли. В силу тождества Якоби $[u_1, u_2] = \alpha_1 e_1$, $[u_1, u_3] = [u_2, u_3] = 0$. При $\alpha_1 = 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна тривиальной паре (т.е. $\bar{g}$

разрешима), при $a_i \neq 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре 2.1.2 при помощи $\pi: \bar{g}_2 \rightarrow \bar{g}$, $\pi(e_1) = e_1$, $\pi(e_2) = e_2$, $\pi(u_1) = u_1$, $\pi(u_2) = (1/a_1)u_2$, $\pi(u_3) = u_3$. Поскольку $\dim D\bar{g}_2 \neq \dim D\bar{g}_1$, пары не эквивалентны.

В случае 2.3 можно считать, что $[e_1, e_2] = 0$, $[e_1, u_1] = -u_2$, $[e_2, u_1] = 0$, $[e_1, u_2] = u_1$, $[e_2, u_2] = 0$, $[e_1, u_3] = 0$, $[e_2, u_3] = u_3$. Из тождества Якоби следует, что $[u_1, u_2] = a_1 e_1$, $[u_1, u_3] = [u_2, u_3] = 0$. При $a_1 = 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна тривиальной паре с разрешимой $\bar{g}$, при $a_1 > 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре 2.3.2 при помощи отображения $\pi: \bar{g}_2 \rightarrow \bar{g}$, $\pi(e_1) = e_1$, $\pi(e_2) = e_2$, $\pi(u_1) = a_1^{-1/2}u_1$, $\pi(u_2) = a_1^{-1/2}u_2$, $\pi(u_3) = u_3$, при $a_1 < 0$ эквивалентность пар $(\bar{g}, g)$ и 2.3.3 задается посредством $\pi: \bar{g}_3 \rightarrow g$, $\pi(e_1) = e_1$, $\pi(e_2) = e_2$, $\pi(u_1) = (-a_1)^{-1/2}u_1$, $\pi(u_2) = (-a_1)^{-1/2}u_2$, $\pi(u_3) = u_3$. Остается показать, что пары не эквивалентны друг другу. Действительно, заметим, что алгебра Ли $\bar{g}$ разрешима, а алгебры Ли $\bar{g}_2$, $\bar{g}_3$ не разрешимы. Отсюда следует, что пара $(\bar{g}, g)$ не эквивалентна парам $(\bar{g}_2, g_2)$ и $(\bar{g}_3, g_3)$. Поскольку подалгебры Леви $\bar{g}_2$ и $\bar{g}_3$ изоморфны $\mathfrak{sl}(2, \mathbb{R})$ и $\mathfrak{su}(2)$ соответственно, пары 2.3.2 и 2.3.3 не эквивалентны.

Рассмотрим теперь, например, подалгебру 3.21. Пусть $E = \{e_1, e_2, e_3\}$ – базис g , где

$$e_1 = \Lambda(e_1) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}, e_2 = \Lambda(e_2) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, e_3 = \Lambda(e_3) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Через h обозначим нильпотентную подалгебру алгебры Ли g , порожденную вектором e_1 . Рассмотрим комплексный модуль (g^X, U^X) . Положим $\tilde{e}_i = e_i \otimes 1$, $i = 1, 2, 3$, и $\tilde{u}_j = u_j \otimes 1$, $j = 1, 2, 3$. Тогда $\tilde{E} = \{\tilde{e}_1, \tilde{e}_2, \tilde{e}_3\}$ – базис g^X . Векторное пространство U^X может быть отождествлено с X^3 , и $\{\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \tilde{u}_3\}$ – стандартный базис в U^X . Тогда $g^{(0)}(h^X) = X\tilde{e}_1$, $g^{(1)}(h^X) = X(\tilde{e}_2 + i\tilde{e}_3)$, $g^{(-1)}(h^X) = X(\tilde{e}_2 - i\tilde{e}_3)$, $(U^X)^{(0)}(h^X) = X\tilde{u}_1$, $(U^X)^{(+1)}(h^X) = X(\tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3)$, $(U^X)^{(-1)}(h^X) = X(\tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3)$ и

$$\begin{aligned} [e_1, u_1] &= 0, [e_2, u_1] = p e_2, [e_3, u_1] = p e_3, \\ [e_1, u_2] &= q e_3 - u_3, [e_2, u_2] = u_1, [e_3, u_2] = p e_1, \\ [e_1, u_3] &= u_2 + r e_3, [e_2, u_3] = -p e_1, [e_3, u_3] = u_1, \end{aligned}$$

имеем

$$(\bar{g}^X)^{(0)}(h^X) = X\tilde{e}_1 + X\tilde{u}_1, (\bar{g}^X)^{(1)}(h^X) = X(\tilde{e}_2 + i\tilde{e}_3) + X(\tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3), (\bar{g}^X)^{(-1)}(h^X) = X(\tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3) + X(\tilde{e}_2 - i\tilde{e}_3).$$

Поэтому $[u_1, u_2] = a_2 e_2 + a_3 e_3 + a_2 u_2 + a_3 u_3$, $[u_1, u_3] = b_2 e_2 + b_3 e_3 + \beta_2 u_2 + \beta_3 u_3$, $[u_2, u_3] = c_1 e_1 + \gamma_1 u_1$. При $p \neq 0$ пространство не является симметрическим (не существует разложения $\bar{g} = g + m$), т.к. не выполняется условие $[g, m] \subset m$. При $p = 0$, используя тождество Якоби, получаем, что $[u_1, u_2] = a_2 e_2$, $[u_1, u_3] = a_2 e_3$, $[u_2, u_3] = a_2 e_1 + \gamma_1 u_1$, $q = 0$. При $r \neq 0$ пространство также не является симметрическим. При $a_2 = r = 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна тривиальной паре, алгебра является разрешимой и не входит в рассматриваемый в работе класс алгебр. При $a_2 > 0$, $r = 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре 3.21.6 (это пространство является симметрическим с каноническим разложением) при помощи отображения $\pi: \bar{g}_6 \rightarrow \bar{g}$ такого, что

$$\pi(e_i) = e_i, i = 1, 2, 3, \pi(u_1) = \frac{1}{\sqrt{a_2}}u_1, \pi(u_2) = \frac{1}{\sqrt{a_2}}(u_2 - \frac{\gamma_1}{2}e_3), \pi(u_3) = \frac{1}{\sqrt{a_2}}(u_3 - \frac{\gamma_1}{2}e_2).$$

При $a_2 < 0$, $r = 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре 3.21.7 (пространство является симметрическим с каноническим разложением). Заметим, что $\dim D\bar{g}_1 \neq \dim D\bar{g}_6$, $\dim D\bar{g}_1 \neq \dim D\bar{g}_7$, подалгебра Леви в $\bar{g}_6$ изоморфна $\mathfrak{sl}(2, \mathbb{P})$, а подалгебра Леви в $\bar{g}_7$ изоморфна $\mathfrak{su}(2)$. Отсюда следует, что пары не эквивалентны друг другу.

В случае 4.11 h порождена векторами e_1, e_2 , $\bar{g}^{(0,0)}(h) \supseteq \mathbb{R}e_1 \oplus \mathbb{R}e_2$, $\bar{g}^{(1,-1)}(h) = \mathbb{R}e_3$, $\bar{g}^{(1,1)}(h) \supseteq \mathbb{R}e_4$, $\bar{g}^{(1,0)}(h) \supseteq \mathbb{R}u_1$, $\bar{g}^{(0,1)}(h) = \mathbb{R}u_2$, $\bar{g}^{(0,-1)}(h) \supseteq \mathbb{R}u_3$. Используя тождество Якоби, определим, что $[u_1, u_2] = c_2 e_2$, $[u_1, u_3] = c_2 e_3$, $[u_2, u_3] = c_2 e_2$, где при $c_2 = 0$ пара тривиальна, при $c_2 \neq 0$ пары $(\bar{g}, g)$ и 4.11.2 эквивалентны посредством $\pi: \bar{g}_2 \rightarrow \bar{g}$, $\pi(e_i) = e_i$, $i = 1, 2, 4$, $\pi(e_3) = (1/c_2)e_3$, $\pi(u_1) = u_1$, $\pi(u_2) = c_2 u_2$, $\pi(u_3) = u_3$. Поскольку $\dim D^2\bar{g}_1 \neq \dim D^2\bar{g}_2$, пары не эквивалентны.

В случае 4.13 h порождена векторами e_i и e_j . Рассмотрим комплексный модуль (g^C, U^C) . Положим $\tilde{e}_i = e_i \otimes 1$, $1 \leq i \leq 4$, $\tilde{u}_j = u_j \otimes 1$, $1 \leq j \leq 3$. Тогда $\tilde{E} = \{\tilde{e}_1, \tilde{e}_2, \tilde{e}_3, \tilde{e}_4\}$ – базис g^C . Векторное пространство U^C может быть отождествлено с C^3 , $\{\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \tilde{u}_3\}$ – базис U^C . Имеем

$$\bar{g}^{(0,0)}(h^C) = C e_1 \oplus C e_4, \quad \bar{g}^{(1,1)}(h^C) = C(\tilde{e}_2 + i\tilde{e}_3), \quad \bar{g}^{(1,-1)}(h^C) = C(\tilde{e}_2 - i\tilde{e}_3), \quad \bar{g}^{(1,0)}(h^C) = C u_1, \quad \bar{g}^{(0,1)}(h^C) = C(\tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3), \\ \bar{g}^{(0,-1)}(h^C) = C(\tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3), \text{ тогда } [\tilde{u}_1, \tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3] \in \bar{g}^{(1,1)}(h^C), [\tilde{u}_1, \tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3] \in \bar{g}^{(1,-1)}(h^C), [\tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3, \tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3] \in \bar{g}^{(0,0)}(h^C).$$

$$\text{Получаем } [\tilde{u}_1, \tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3] = [\tilde{u}_1, \tilde{u}_2] + i[\tilde{u}_1, \tilde{u}_3] \in C(\tilde{e}_2 + i\tilde{e}_3), [\tilde{u}_1, \tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3] = [\tilde{u}_1, \tilde{u}_2] - i[\tilde{u}_1, \tilde{u}_3] \in C(\tilde{e}_2 - i\tilde{e}_3), \\ [\tilde{u}_2 + i\tilde{u}_3, \tilde{u}_2 - i\tilde{u}_3] = -2i[\tilde{u}_2, \tilde{u}_3] \in C e_1 + C e_4.$$

Следовательно, $[u_1, u_2] = a_2 e_2 + a_3 e_3$, $[u_1, u_3] = b_2 e_2 + b_3 e_3$, $[u_2, u_3] = c_1 e_1 + c_4 e_4$. В силу тождества Якоби $[u_1, u_2] = a_2 e_2$, $[u_1, u_3] = a_2 e_3$, $[u_2, u_3] = a_2 e_4$. При $a_2 = 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна тривиальной паре. При $a_2 > 0$ эквивалентность пар $(\bar{g}, g)$ и 4.13.2 устанавливается посредством $\pi: \bar{g}_2 \rightarrow \bar{g}$, $\pi(e_i) = e_i$, $i = 1, 4$, $\pi(u_j) = a_2^{-1/2} u_j$, $j = 1, 3$. При $a_2 < 0$ пара $(\bar{g}, g)$ эквивалентна паре 4.13.3 при помощи $\pi: \bar{g}_3 \rightarrow \bar{g}$, $\pi(e_i) = e_i$, $i = 1, 4$, $\pi(u_j) = (-a_2)^{-1/2} u_j$, $j = 1, 3$. Поскольку $\dim D\bar{g}_1 \neq \dim D\bar{g}_2$ и $\dim D\bar{g}_1 \neq \dim D\bar{g}_3$, ни одна из пар 4.13.2 и 4.13.3 не эквивалентна тривиальной паре. Через a_2 и a_4 обозначим подалгебры Леви алгебр $\bar{g}_2$ и $\bar{g}_3$ соответственно. Заметим, что $a_2 \cong \mathfrak{sl}(2, R)$ и $a_4 \cong \mathfrak{su}(2)$. Поэтому 4.13.2 и 4.13.3 не эквивалентны. Другие случаи рассматриваются аналогично.

Для найденных пар выпишем аффинные связности, тензоры кривизны и кручения, алгебры голономии, находим канонические связности, а также естественные связности без кручения. Рассмотрим, например, пару 2.9.12. Пусть

$$\Lambda(u_1) = \begin{pmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & p_{1,3} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & p_{2,3} \\ p_{3,1} & p_{3,2} & p_{3,3} \end{pmatrix}, \quad \Lambda(u_2) = \begin{pmatrix} q_{1,1} & q_{1,2} & q_{1,3} \\ q_{2,1} & q_{2,2} & q_{2,3} \\ q_{3,1} & q_{3,2} & q_{3,3} \end{pmatrix}, \quad \Lambda(u_3) = \begin{pmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & r_{1,3} \\ r_{2,1} & r_{2,2} & r_{2,3} \\ r_{3,1} & r_{3,2} & r_{3,3} \end{pmatrix}$$

для некоторых $p_{i,j}, q_{i,j}, r_{i,j} \in R$ (при $i, j = 1, 2, 3$). Отображение является g -инвариантным, следовательно, $[\Lambda(e_2), \Lambda(u_1)] = \Lambda([e_2, u_1]) \Rightarrow [\Lambda(e_2), \Lambda(u_1)] = 0$. Получим $p_{3,1} = p_{3,2} = p_{2,1} = p_{3,1} = 0$, $p_{3,3} = p_{1,1}$. Поскольку $[\Lambda(e_1), \Lambda(u_1)] = \Lambda([e_1, u_1]) \Rightarrow [\Lambda(e_1), \Lambda(u_1)] = \Lambda(u_1)$. Тогда $p_{1,1} = p_{1,2} = p_{1,3} = p_{2,2} = p_{2,3} = 0$. Так как $[\Lambda(e_2), \Lambda(u_2)] = \Lambda([e_2, u_2])$, то $[\Lambda(e_2), \Lambda(u_2)] = 0$. Поэтому $q_{3,1} = q_{3,2} = q_{2,1} = 0$, $q_{3,3} = q_{1,1}$. Если $[\Lambda(e_1), \Lambda(u_2)] = -2\Lambda(u_2)$, то $q_{1,1} = q_{1,2} = q_{1,3} = q_{2,2} = q_{2,3} = 0$. Поскольку $[\Lambda(e_1), \Lambda(u_3)] = 2\Lambda(u_3)$, $r_{1,1} = r_{1,2} = r_{1,3} = r_{2,1} = r_{2,2} = r_{2,3} = r_{3,1} = r_{3,2} = r_{3,3} = 0$. Так как $[\Lambda(e_2), \Lambda(u_3)] = \Lambda(u_3)$, выполняются равенства $\Lambda(u_1) = \Lambda(u_2) = \Lambda(u_3) = 0$. Тензор кривизны имеет вид, указанный ниже. Алгебра, порожденная множеством $V = \{[\Lambda(x), \Lambda(y)] - \Lambda([x, y]) \mid x, y \in \bar{g}\}$, т.е. $R(u_i, u_j)$, совпадает с алгеброй голономии (таким образом, алгебра голономии совершенна). Действительно, поскольку связность тривиальна, $\Lambda(\bar{g}) = \Lambda(g)$ и $[\Lambda(\bar{g}), V] = [\Lambda(g), V] = V$, так как $\Lambda(g)$ совпадает с V . В данном случае $a_{\bar{g}} = \Lambda(g)$ и $h^* = a_{\bar{g}}$, т.е. связность нормальна. Тензор кручения нулевой. Остальные случаи рассматриваются аналогично.

Таким образом, прямыми вычислениями получаем, что аффинные связности имеют вид:

Пара	Аффинная связность
3.19.14	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & q_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & r_{1,2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
3.21.6 3.21.7	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & q_{1,2} & q_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -q_{1,3} & q_{1,2} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
1.1.5	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{3,2} & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & q_{2,3} \\ q_{3,1} & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} r_{1,1} & 0 & 0 \\ 0 & r_{2,2} & 0 \\ 0 & 0 & r_{3,3} \end{pmatrix}$

1.3.5 1.3.6	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{1,3} \\ 0 & 0 & p_{2,3} \\ p_{3,1} & p_{3,2} & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & -p_{2,3} \\ 0 & 0 & p_{1,3} \\ -p_{3,2} & p_{3,1} & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} r_{1,1} & r_{1,2} & 0 \\ -r_{1,2} & r_{1,1} & 0 \\ 0 & 0 & r_{3,3} \end{pmatrix}$
2.9.12, 4.11.2, 4.13.2, 4.13.3, 3.8.8, 2.1.2, 2.3.2, 2.3.3	тривиальная (нулевая)

Тензоры кривизны и кручения на симметрических пространствах:

Пара	Тензор кривизны
3.19.14	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
3.21.6	$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$
3.21.7	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$
1.1.5	$\begin{pmatrix} p_{1,3}q_{3,1}-1 & 0 & 0 \\ 0 & -p_{3,2}q_{2,3}+1 & 0 \\ 0 & 0 & p_{3,1}q_{2,3}-p_{1,3}q_{3,1} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{1,3}r_{3,3}-r_{1,1}p_{1,3} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{3,1}r_{2,2}-r_{3,3}p_{3,2} & 0 \end{pmatrix},$ $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & q_{2,3}r_{3,3}-r_{2,2}q_{2,3} \\ q_{3,1}r_{1,1}-r_{3,3}q_{3,1} & 0 & 0 \end{pmatrix}$
1.3.5	$\begin{pmatrix} -p_{1,3}p_{3,2}+p_{2,3}p_{3,1} & p_{1,3}p_{3,1}+p_{2,3}p_{3,2}-1 & 0 \\ -p_{2,3}p_{3,2}-p_{1,3}p_{3,1}+1 & -p_{1,3}p_{3,2}+p_{2,3}p_{3,1} & 0 \\ 0 & 0 & A \end{pmatrix}, A=-2p_{2,3}p_{3,1}+2p_{1,3}p_{3,2},$ $\begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{1,3}r_{3,3}-r_{1,1}p_{1,3}-r_{1,2}p_{2,3} \\ 0 & 0 & p_{2,3}r_{3,3}+r_{1,2}p_{1,3}-r_{1,1}p_{2,3} \\ B & C & 0 \end{pmatrix}, B=p_{3,1}r_{1,1}-p_{3,2}r_{1,2}-r_{3,3}p_{3,1},$ $C=p_{3,1}r_{1,2}+p_{3,2}r_{1,1}-r_{3,3}p_{3,2},$ $\begin{pmatrix} 0 & 0 & -p_{2,3}r_{3,3}-r_{1,2}p_{1,3}+r_{1,1}p_{2,3} \\ 0 & 0 & p_{1,3}r_{3,3}-r_{1,1}p_{1,3}-r_{1,2}p_{2,3} \\ D & F & 0 \end{pmatrix}, D=-p_{3,2}r_{1,1}-p_{3,1}r_{1,2}+r_{3,3}p_{3,2}$ $F=p_{3,1}r_{1,1}-p_{3,2}r_{1,2}-r_{3,3}p_{3,1}$
1.3.6	$\begin{pmatrix} -p_{1,3}p_{3,2}+p_{2,3}p_{3,1} & p_{1,3}p_{3,1}+p_{2,3}p_{3,2}+1 & 0 \\ -p_{2,3}p_{3,2}-p_{1,3}p_{3,1}-1 & -p_{1,3}p_{3,2}+p_{2,3}p_{3,1} & 0 \\ 0 & 0 & A \end{pmatrix},$ $\begin{pmatrix} 0 & 0 & p_{1,3}r_{3,3}-r_{1,1}p_{1,3}-r_{1,2}p_{2,3} \\ 0 & 0 & p_{2,3}r_{3,3}+r_{1,2}p_{1,3}-r_{1,1}p_{2,3} \\ B & C & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & -p_{2,3}r_{3,3}-r_{1,2}p_{1,3}+r_{1,1}p_{2,3} \\ 0 & 0 & p_{1,3}r_{3,3}-r_{1,1}p_{1,3}-r_{1,2}p_{2,3} \\ D & F & 0 \end{pmatrix}$
2.9.12	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$

4.11.2	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
4.13.2	$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$
4.13.3	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$
3.8.8	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$
2.1.2	$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
2.3.2 2.3.3	$\begin{pmatrix} 0 & \mp 1 & 0 \\ \pm 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

Пара	Тензор кручения
3.19.14	$(0, 0, 0), (0, 0, 0), (q_{1,3} - r_{1,2}, 0, 0)$
3.21.6, 3.21.7	$(0, 0, 0), (0, 0, 0), (2q_{1,3}, 0, 0)$
1.1.5	$(0, 0, p_{3,2} - q_{3,1}), (p_{1,3} - r_{1,1}, 0, 0), (0, q_{2,3} - r_{2,2}, 0)$
1.3.5, 1.3.6	$(0, 0, 2p_{3,2}), (p_{1,3} - r_{1,1}, p_{2,3} + r_{1,2}, 0), (-p_{2,3} - r_{1,2}, p_{1,3} - r_{1,1}, 0)$
2.9.12, 4.11.2, 4.13.2, 4.13.3, 3.8.8, 2.1.2, 2.3.2, 2.3.3	нулевой

Алгебры голономии указанных связностей:

Пара	Алгебра голономии	Пара	Алгебра голономии
4.11.2	$\begin{pmatrix} 0 & p_2 & p_1 \\ 0 & -p_3 & 0 \\ 0 & 0 & p_3 \end{pmatrix}$	4.13.2 4.13.3	$\begin{pmatrix} 0 & p_1 & p_2 \\ 0 & 0 & -p_3 \\ 0 & p_3 & 0 \end{pmatrix}$
3.8.8	$\begin{pmatrix} p_2 & 0 & -p_1 \\ 0 & -2p_2 & 0 \\ 0 & 0 & 2p_2 \end{pmatrix}$	2.1.2	$\begin{pmatrix} p_1 & 0 & 0 \\ 0 & -p_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
2.3.2	$\begin{pmatrix} 0 & -p_1 & 0 \\ p_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$	2.3.3	$\begin{pmatrix} 0 & -p_1 & 0 \\ p_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
3.19.14	$\begin{pmatrix} 0 & p_2 & p_1 \\ 0 & p_3 & 0 \\ 0 & 0 & -p_3 \end{pmatrix}$	2.9.12	$\begin{pmatrix} p_2 & 0 & p_1 \\ 0 & -2p_2 & 0 \\ 0 & 0 & 2p_2 \end{pmatrix}$
3.21.6, 3.21.7	$\begin{pmatrix} 0 & p_1 & p_2 \\ 0 & 0 & -p_3 \\ 0 & p_3 & 0 \end{pmatrix}$		

Связность является канонической, если $\Lambda(u_1) = \Lambda(u_2) = \Lambda(u_3) = 0$. Выпишем, при каких условиях связность имеет те же геодезические, что и каноническая:

3.19.14	$r_{12} = -q_{13}$	1.1.5	$q_{31} = -p_{32}, r_{33} = 0, r_{11} = -p_{13}, r_{22} = -q_{23}$
3.21.6	$q_{12} = 0$	1.3.5	$p_{31} = 0, r_{33} = 0, r_{11} = -p_{13}, r_{12} = p_{23}$
3.21.7	$q_{12} = 0$	1.3.6	$p_{31} = 0, r_{33} = 0, r_{11} = -p_{13}, r_{12} = p_{23}$
2.9.12	нулевая		

Связность является естественной связностью без кручения при равенстве нулю всех параметров. В случаях 2.1.2, 2.3.2, 2.3.3, 3.8.8, 4.11.2, 4.13.2, 4.13.3 связность единственная, она является канонической, а также естественной связностью без кручения.

Таким образом, впервые приведена в явном виде полная классификация трехмерных симметрических однородных пространств с неразрешимой группой преобразований и разрешимым стабилизатором. Описаны все инвариантные аффинные связности на каждом трехмерном симметрическом однородном пространстве с неразрешимой группой преобразований и разрешимым стабилизатором, выписаны явно канонические связности и естественные связности без кручения на указанных пространствах. Найдены тензоры кривизны, кручения, алгебры голономии указанных связностей.

Исследования основаны на использовании свойств алгебр Ли, групп Ли и однородных пространств и носят, главным образом, локальный характер.

Заключение. Особенностью представленной работы является применение чисто алгебраического подхода к описанию многообразий и связностей на них, а также сочетание различных методов дифференциальной геометрии, теории групп и алгебр Ли и теории однородных пространств.

Полученные результаты могут быть использованы при исследовании многообразий, при изучении пространств с аффинной связностью, а также иметь приложения в различных областях геометрии, топологии, дифференциальных уравнений, анализа, алгебры, в общей теории относительности, ядерной физике, физике элементарных частиц и др., поскольку многие фундаментальные задачи в этих областях связаны с изучением инвариантных объектов на симметрических пространствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Картан, Э. Риманова геометрия в ортогональном репере / Э. Картан. – М.: Москов. ун-т, 1960. – 307 с.
2. Широков, П.А. Симметрические пространства первого класса / П.А. Широков // Избранные работы по геометрии. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1966. – С. 366–383.
3. Картан, Э. Геометрия групп Ли и симметрические пространства / Э. Картан // Сборник работ. – М., 1949. – 384 с.
4. Хелгасон, С. Дифференциальная геометрия и симметрические пространства: пер. с англ. / С. Хелгасон. – М., 1964. – 608 с.
5. Кобаяси, Ш. Основы дифференциальной геометрии: в 2 т. / Ш. Кобаяси, К. Номидзу. – М.: Наука, 1981. – Т. 2.
6. Mozhey, N.P. Invariant affine connections on three-dimensional homogeneous spaces with non-solvable transformation group / N.P. Mozhey // Lobachevskii J.ourn. of Math. – 2014. – Vol. 35, no. 3. – P. 218–240.
7. Онищик, А.Л. Топология транзитивных групп Ли преобразований / А.Л. Онищик. – М.: Физ.-мат. лит., 1995. – 384 с.
8. Nomizu, K. Invariant affine connections on homogeneous spaces / K. Nomizu // Amer. Journ. Math. – 1954. – Vol. 76, no. 1. – P. 33–65.
9. Можей, Н.П. Трехмерные изотропно-точные однородные пространства и связности на них / Н.П. Можей. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. – 394 с.

REFERENCES

1. Karta E. *Rimanova geometriya v ortogonalnom repere* [Riemannian Geometry in an Orthogonal Frame] Moscow, Moskovskiy universitet, 1960, 307 p.
2. Shirokov P.A. *Simmetricheskiye prostranstva pervogo klassa. Izbrannyye raboty po geometrii* [Symmetric Spaces of the First Class. Selected Works on Geometry] Kazan, Kazanskij universitet, 1966, pp. 366–383.
3. Karta E. *Geometriya grupp Li i simmetricheskiye prostranstva. Sbornik rabot* [The Geometry of Lie Groups and Symmetric Spaces. Collected works], M., 1949, 384 p.
4. Helgason S. *Differential Geometry and Symmetric Spaces* [Differentsial'naya geometriya i simmetricheskiye prostranstva], Moscow, 1964, 608 p.
5. Kobayasi Sh., Nomidzu K. *Osnovy differentsialnoy geometrii; v 2 tomakh* [Foundations of Differential Geometry: in 2 Vol.], Moscow, Nauka, 1981, 2 vol.
6. Mozhey N.P. Invariant affine connections on three-dimensional homogeneous spaces with non-solvable transformation group. *Lobachevskii Journ. of Math.*, 2014, vol. 35, no. 3, pp. 218–240.
7. Onishchik A.L. *Topologiya tranzitivnykh grupp Li preobrazovaniy* [Topology of Transitive Transformation Groups] Moscow, Fiz.-mat. lit, 1995, 384 p.
8. Nomizu K. Invariant affine connections on homogeneous spaces. *Amer. Journ. Math.*, 1954, vol. 76, no. 1, pp. 33–65.
9. Mozhey N.P. *Trehmernyye izotropno-tochnyye odnorodnyye prostranstva i svyaznosti na nikh* [Three-dimensional Isotropically Faithful Homogeneous Spaces and Affine Connections on Them] Kazan, Izd-vo Kazanskogo universiteta, 2015, 394 p.

Поступила в редакцию 03.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: mozheynatalya@mail.ru – Можей Н.П.

Численное моделирование генерации низко- и высокочастотного континуального излучения ультракороткими лазерными импульсами в прозрачных диэлектриках

Н.Ю. Вислобоков

Учреждение образования Федерации профсоюзов Беларуси
«Международный университет “МИТСО”», Витебский филиал

Численное моделирование и исследование процесса генерации континуального излучения в широко распространенных прозрачных диэлектриках типа сапфир, кварцевое стекло вызывают особый интерес у исследователей, поскольку источник лазерного излучения с широким частотным диапазоном найдет применение в спектроскопии, устройствах компрессии импульсов, оптоволоконной оптике, оптической когерентной томографии, частотной метрологии.

Цель исследования – изучение закономерности распространения фемтосекундного лазерного импульса и динамики изменения спектра импульса в процессе распространения в кристаллах прозрачных диэлектриков.

Материал и методы. Для корректного описания эволюции поля ультракороткого импульса, распространяющегося в диэлектрике, использовалось модифицированное уравнение Шредингера, учитывающее дифракцию, дисперсию, керровскую нелинейность и нелинейность пятого порядка, а также многофотонную, лавинную и туннельную ионизации. Для решения полученной самосогласованной системы уравнений применялась составленная автором численная схема.

Результаты и их обсуждение. В работе представлены результаты численного моделирования динамики процесса генерации континуального излучения мощными ультракороткими лазерными импульсами в кристаллах прозрачных диэлектриков типа сапфира и кварцевого стекла BK7 при учете воздействия плазмы свободных электронов и индуцированной фотонной ионизации. Анализируется связь эволюционных изменений пространственно-временной огибающей интенсивности лазерного импульса в кварцевом стекле и генерируемого им спектра. Полученное уширение частотного диапазона излучения становится возможным за счет того, что импульсный пучок под воздействием ионизационных процессов деформируется определенным образом в процессе распространения в кварцевом стекле.

Заключение. На основе результатов численного моделирования установлено, что в процессе распространения мощный фемтосекундный лазерный импульс разбивается на субимпульсы и субпучки. Показано, что спектр излучения значительно уширяется как в сторону высоких, так и в сторону низких частот, т.е. наблюдается генерация континуального излучения.

Ключевые слова: ультракороткий лазерный импульс, спектр, уширение, суперконтинуум, ионизация, многофотонная ионизация, туннелирование, лавинное образование плазмы.

Numerical Modeling of the Generation of Low- and High-Frequency Continuum Radiation by Ultra-short Laser Pulses in Transparent Dielectrics

N.Yu. Vislobokov

Educational Establishment of the Federation of Belarusian Trade Unions
«International “University MITSO”», Vitebsk Branch

Numerical modeling and numerical study of the process of generation of continuum radiation in widely spread transparent dielectrics like sapphire, quartz glass evokes interest among researchers, since the source of laser radiation with wide frequency range can find application in spectroscopy, appliances of impulse compression, optofiber optics, optic coherent tomography, frequency metrology.

The purpose of the research is the study of regularity of spreading femtosecond laser impulse and the dynamics of the transformation of impulse spectrum in the process of dispersion in transparent dielectric crystals.

Material and methods. To correctly describe the evolution of the field of an ultraviolet impulse, which spreads in dielectrics, we used the modified Schrödinger equation, that takes into account diffraction, dispersion, Kerr nonlinearity and fifth order non

linearity as well as multi-photon, tunnel and avalanche ionizations. To solve the obtained self agreeable system of equations the author made up a numerical scheme.

Findings and their discussion. Findings of numerical modeling of the dynamics of the process of generation of continuum radiation with powerful ultra-short laser impulses in transparent dielectrics crystals like sapphire and bk7 quartz glass with the consideration of free electron plasma impact and induced photon ionization are presented in the article. Connection between evolution transformations of space and time bend of the intensity of laser impulse in quartz glass and the spectrum it generates is analyzed. The obtained broadening of frequency range of radiation becomes possible since the impulse band, under the influence of ionization processes, is deformed in a special way while spreading in quartz glass.

Conclusion. On the bases of the findings of numerical modeling it has been found out that, while spreading, a powerful femtosecond laser impulse is broken into sub-impulses and sub-bands. It is stated that the radiation spectrum is considerably wider both into high and low frequencies; generation of continuum radiation is observed.

Key words: ultra-short laser pulse, spectral broadening, supercontinuum, ionization, multi-photon ionization, tunneling, avalanche plasma formation.

Одной из важнейших задач численного моделирования в современной фотонике и нелинейной оптике является изучение генерации излучения с уширенным (континуальным) частотным спектром, особенно актуально изучение такого явления, как одновременное уширение спектра в область низких и в область высоких частот относительно начального спектра импульса. Генерация континуального излучения в широко распространенных прозрачных диэлектриках типа сапфир, кварцевое стекло вызывает особый интерес у исследователей, поскольку источник лазерного излучения с широким частотным диапазоном найдет применение в спектроскопии, устройствах компрессии импульсов, оптоволоконной оптике, оптической когерентной томографии, частотной метрологии [1–5].

Среди механизмов, влияющих на изменение ширины спектра, выделяют такие, как фазовая самомодуляция, самоукручение, четырехволновое смешение, ионизационные процессы. В ходе ряда исследований [2; 6–8] было установлено, что генерация суперконтинуума мощным фемтосекундным лазерным излучением в сплошной прозрачной среде – следствие самомодуляции фазы светового поля и возникновения ее временного градиента, вызванного воздействием индуцированных фотоионизационных процессов (многофотонная, лавинная и туннельная ионизации) на распространяющееся лазерное излучение. В частности, генерация суперконтинуума пикосекундными импульсами обусловлена, по большей части, лавинным образованием электронной плазмы, что делает не актуальным применение диэлектриков, облучаемых импульсным оптическим излучением пикосекундной длительности, в качестве источников широкодиапазонного лазерного излучения, так как при формировании лавины плотность плазмы свободных электронов (ПЭС) резко возрастает до критических значений, при которых происходит повреждение кристалла диэлектрика. В то же время при распространении в диэлектрике фемтосекундного лазерного импульса из-за его малой длительности электронная лавина не успевает развиться. Превалирующие плазماобразующие процессы – многофотонная (МФИ) и туннельная ионизации, поэтому генерация континуального излучения возможна при плотности ПЭС меньше критической [6; 7].

Основным недостатком уже наблюдавшихся в кристаллах сапфира и кварцевого стекла континуальных спектров является резкая асимметричность: большое уширение спектра в область высоких частот и почти отсутствующее уширение в низкочастотную область [1; 2; 4].

В данной работе мы представляем результаты исследования, в рамках которого в ходе численного эксперимента наблюдалось заметное уширение спектра мощного фемтосекундного лазерного импульса в кварцевом стекле как в сторону высоких, так и в сторону низких частот (генерации суперконтинуума), и на основе данных математической и численной модели анализируем причины этого явления.

Цель исследования – изучение закономерности распространения фемтосекундного лазерного импульса и динамики изменения спектра импульса в процессе распространения в кристаллах прозрачных диэлектриков.

Материал и методы. При выборе диэлектрика для численного исследования мы руководствовались в основном известными отличиями и преимуществами твердотельных материалов для генерации континуального излучения. Известно, например, что в ходе ряда экспериментов [2; 4; 5] была выявлена роль ширины запрещенной зоны диэлектрика как фактора, ограничивающего возможность генерации широкодиапазонного лазерного излучения. При экспериментах по генерации суперконтинуума [4] в различных жидкостях и твердых телах наблюдалось значимое уширение спектра удавалось лишь в средах, ширина запрещенной зоны которых $u \geq 4.7$ эВ. При переходе от материалов с меньшей шириной запрещенной зоны к материалам с большей u отмечено небольшое увеличение ширины генерируемого спектра, но заметный рост минимальной мощности генерации суперконтинуума. Кварцевое стекло обладает большой для прозрачного диэлектрика запрещенной зоной ($u = 9$ эВ) и в то же время является распространенным и недорогим материалом. В нем можно получить континуальное излучение с практически непрерывной спектральной полосой и узкой направленностью [4; 5]. Индуцированный импульсом самоволноводный механизм обуславливает почти волноводное распространение «белого» пучка в среде [1]. Соответственно кварцевое стекло, видимо, будет одним из наиболее перспектив-

ных материалов для генерации суперконтинуума. Эволюция мощного ($P_{in}/P_{cr} > 1$, P_{in} – начальная мощность импульса, P_{cr} – критическая мощность самофокусировки) ультракороткого лазерного импульса, распространяющегося в диэлектрике с положительной нелинейностью, по большей части является следствием воздействия на этот лазерный импульс двух постоянно конкурирующих между собой процессов: самофокусировки, обусловленной нелинейностью среды, и дефокусировки за счет электронной плазмы. Довольно сложным для исследования и в то же время очень интересным является случай динамической конкуренции между двумя этими эффектами, когда в процессе распространения то первый, то второй процесс оказывается доминирующим. Получить режим динамической конкуренции можно, облучая образец кварцевого стекла сверхмощным ($P_{in}/P_{cr} > 10$) УКИ. Длительность импульса при этом должна быть достаточно малой для того, чтобы не допустить развития электронной лавины, последствием которой станет оптический пробой материала. Интересен этот случай во многом тем, что заметные изменения претерпевает не только пространственно-временной профиль импульса, но и его спектр. Возможно наблюдение эффекта значительного уширения частотного диапазона излучения как в сторону высоких, так и в сторону низких частот – генерации суперконтинуального излучения.

Результаты и их обсуждение. Для корректного описания рассматриваемого процесса необходимо использовать модифицированное уравнение Шредингера, в котором учтены не только такие эффекты, как дифракция, дисперсия, керровская нелинейность, но и нелинейность пятого порядка, а также многофотонная, лавинная и туннельная ионизации [7].

Соответствующее уравнение для поля УКИ, распространяющегося в образце:

$$\frac{\partial E}{\partial z} = \frac{i}{2k} \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) \mathcal{F}^{-1} E - i \frac{\beta_D}{2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} + P_{nl}, \quad (1)$$

где E – напряженность электрического поля, z – продольная координата, r – поперечная координата, $\mathcal{F} = \left(1 + \frac{i}{\omega_0} \frac{\partial}{\partial t} \right)$, $\tau = t - z/v_g$ – время в движущейся с импульсом системе координат, $v_g = \partial\omega/\partial k|_{\omega_0}$ – групповая скорость, $k_0 = n_0\omega/c$ – волновой вектор на входе в среду, $\beta_D = \partial^2 k / \partial \omega^2|_{\omega_0}$ – коэффициент дисперсии групповой скорости, n_0 – линейная часть показателя преломления.

Учитывая влияние нелинейности, ПСЭ и индуцированных ионизационных эффектов:

$$P_{nl} = ik_0 n_2 \mathcal{F}[E]^2 E + ik_0 n_4 \mathcal{F}[E]^4 E - G. \quad (2)$$

В данном уравнении G с учетом многофотонной ионизации можно представить как

$$G = \frac{\sigma_{BS}}{2} \mathcal{F}^{-1} (1 + i\omega_0 \tau_c) \rho E + \frac{1}{2} \frac{W_{PI} U}{|\mathcal{F}|^2},$$

где n_2 и n_4 – нелинейные части показателя преломления, σ_{BS} – поперечное сечение обратного тормозного излучения, следуя модели Друдде-Стюарта [9] $\sigma_{BS} = k\omega_0 \tau_c / [n_0^2 \rho_{cr} (1 + \omega_0^2 \tau_c^2)]$, ω – частота лазерного излучения, ω_0 – частота лазерного излучения на входе в диэлектрик, τ_c – характерное время столкновений электронов, ρ – плотность свободных электронов в среде, ρ_{cr} – критическая плотность ПСЭ, $W_{PI}(|E|)$ – скорость фотонной ионизации, U – ширина запрещенной зоны диэлектрика.

В модели также следует учесть изменение плотности свободных электронов, обусловленное действием поля проходящего импульса. Соответствующее эволюционное уравнение для плотности ПСЭ, учитывающее многофотонную ионизацию, туннелирование электронов из валентной зоны в зону проводимости, через запрещенную зону диэлектрика, лавинную ионизацию, можно представить в виде:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = W_{PI} + \frac{\sigma_{BS}}{U} \rho |E|^2 - \frac{\rho}{\tau_r}. \quad (3)$$

В уравнении (3) τ_r – время релаксации среды.

Первое слагаемое в правой части (3) описывает вклад фотонной ионизации в генерацию свободных электронов, в то время как влияние лавинного образования ПСЭ представлено в уравнении вторым слагаемым. Третье слагаемое учитывает рекомбинацию электронов.

Перейдем теперь к вычислению W_{PI} . По результатам проведенных исследований [6], наилучшее согласование численных расчетов с экспериментальными данными при сверхвысоких интенсивностях ($I \approx 3.5 \cdot 10^{13}$ Вт/см²), когда ряд физических процессов взаимодействует между собой и в то же время оказывает влияние на проходящий импульс, было достигнуто при вычислении W_{PI} способом, который предложил Келдыш [8]:

$$w_n(|\epsilon|) = \frac{2\omega_0}{9\pi} \left(\frac{\omega_0 m^*}{\hbar \sqrt{\Gamma}} \right)^{3/2} Q(\nu, x) \exp \{-\alpha \text{int} < x+1 > \},$$

где $\Gamma = \frac{\nu^2}{1+\nu^2}$; $\nu = \omega_0 / eE \sqrt{m^* U}$, эффективная масса $m^* = 0.634 m_e$ (m_e – масса электрона).

$$Q(\nu, x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\pi}{2K(H)} \times e^{-\alpha n} \Phi \left(\sqrt{\frac{\pi^2}{K(H)E(H)}} (n+2(\text{int} < x+1 >)) \right),$$

$$x = \frac{2}{\pi} \frac{U_j}{\hbar \omega_0} \frac{E(H)}{\sqrt{\Gamma}}, \quad H = \frac{1}{1+\nu^2},$$

где $\alpha = \pi \frac{K(r) - E(r)}{E(H)}$ (K, E – полный эллиптический интеграл первого и второго рода, соответственно).

Для решения самосогласованной системы уравнений (1–3) использовалась составленная авторами и верифицированная численная схема [7] (результаты, полученные при тестировании компьютерной модели, соответствовали результатам известных экспериментов [2; 4; 5]).

В ходе проведенного нами численного исследования изучалась динамика изменения пространственно-временного профиля интенсивности сверхмощного ультракороткого импульса (УКИ), распространяющегося в кварцевом стекле совместно с эволюцией его спектра. Полученные при компьютерном моделировании данные позволяют узнать пространственно-временной профиль импульсного пучка, определить его основные параметры и характеристики, в том числе спектральные, практически в любой точке на пути его распространения в диэлектрике. В численных расчетах использовались параметры среды, соответствующие кварцевому стеклу. Применяемые параметры сверхмощного импульсного излучения согласованы с реальными возможностями современных лазеров. На вход в кристалл кварцевого стекла подавался гауссов импульс:

$$E(r, z=0, t) = E_0 \exp \{-r^2 / \omega_0^2 - t^2 / \tau_p^2\},$$

$$\rho(r, z, t=0) = \rho_0$$

$$I_0 = |E_0|^2,$$

$$P_{in} = \pi I_0 \omega_0^2.$$

Здесь ω_0 – начальная ширина пучка, τ_p – длительность импульса, E_0 – начальная пиковая интенсивность.

Обратимся к наиболее интересным результатам исследования. Рассмотрим подробнее эволюцию УКИ с $\omega_0=30$ мкм в кварцевом стекле при условиях, когда мощность импульса на входе значительно превосходит критическую мощность самофокусировки ($P_{in}/P_{cr}=30$). Попадая в кристалл кварцевого стекла, такой импульс начинает фокусироваться. Эффект самофокусировки оказывает значительное воздействие уже на передний фронт импульса, его крутизна резко увеличивается. В то же время благодаря энергии, полученной электронами от лазерного импульса за счет ионизации, резко возрастает плотность электронной плазмы. Вклад дефокусировки на электронной плазме довольно быстро увеличивается настолько, что она может конкурировать с самофокусировкой.

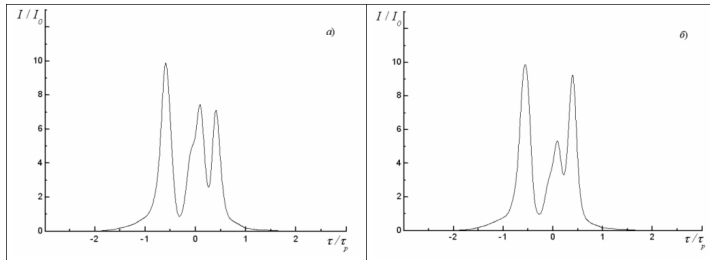


Рис. 1. Временной профиль огибающей интенсивности в центре пучка при а) $\zeta = 0.19$; б) $\zeta = 0.25$
(продольная координата $\zeta = z/L_{df}$, $L_{df}=5267$ мкм, $\omega_0=30$ мкм, $\tau_p=50$ фс,
 I_0 – начальная интенсивность).

Далее лазерное излучение распространяется в условиях динамической конкуренции между фокусирующими и дефокусирующими силами, когда преобладающими являются то одни, то другие, и соответственно, фазы фокусировки сменяются фазами дефокусировки. Естественно, форма пространственно-временной огибающей интенсивности импульсного пучка при этом претерпевает заметные изменения. Распространяющийся в таких условиях импульсный пучок, потеряв более 40% своей начальной энергии, расслаивается на три субимпульса (рис. 1а), каждый из которых, за исключением первого, распространяется в диэлектрической среде, ионизированной предыдущим(и) субимпульсом(ами). При дальнейшем распространении в кристалле первый субимпульс продолжает фокусироваться. Пиковая интенсивность второго, идущего на небольшом удалении от первого и находящегося в сильном поле образованной им ПСЭ, в процессе распространения уменьшается. В то же время интенсивность третьего субимпульса, который «идет» на большем расстоянии от первого, чем второй, и соответственно, распространяется в поле с меньшей плотностью ПСЭ, также возрастает до достаточно больших значений (рис. 1б). Рост интенсивности импульсного пучка сопровождается его компрессией и самофокусировкой. Постепенно в результате динамической конкуренции между самофокусировкой и дефокусировкой пространственно-временная огибающая интенсивности импульса принимает специфическую форму, изображенную на рис. 2, сохраняющуюся на протяжении некоторого времени. Как видно, большая часть энергии лазерного импульса локализуется в двух филаментах. Особенно важно то, что распространение импульсного пучка, пока пространственно-временная огибающая его интенсивности сохраняет эту специфическую форму, сопровождается резким уширением спектра импульса. Причем следует заметить: низкочастотное уширение спектра сравнимо с высокочастотным, в отличие от ранее наблюдавшегося [4; 5] континуального спектра. После того как эта специфическая форма пространственно-временной огибающей интенсивности деформируется, спектр импульса распадается на отдельные гармоники.

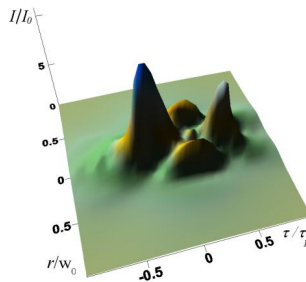


Рис. 2. Пространственно-временной профиль огибающей интенсивности на расстоянии $\zeta = 0.295$ (продольная координата $\zeta = z/L_{df}$, $L_{df} = 5267$ мкм, $w_0 = 30$ мкм, $\tau_p = 50$ фс, $P_{in}/P_{cr} = 30$, I_0 – начальная интенсивность).

Полученное суперконтинуальное уширение частотного диапазона максимально в центральной части пучка, а при продвижении в сторону периферии его ширина постепенно уменьшается. Так, на удалении $w_0/3$ от центра пучка спектр почти не уширяется.

Увеличение мощности P_{in} сопровождается уменьшением интервала вдоль Z , на котором происходит генерация континуального излучения, и при $P_{in}/P_{cr} \approx 50$ суперконтинуального спектра в кварцевом стекле в рассматриваемом диапазоне параметров не наблюдается.

Частотный сдвиг излучения в каждой точке пространства и времени определяется величиной временного градиента фазы φ_{nl} :

$$\Delta\omega(r, \tau) = -\frac{\partial \varphi_{nl}(r, \tau)}{\partial \tau}.$$

Скорость изменения нелинейной фазы (а следовательно, и уширение спектра лазерного излучения в кристалле диэлектрика) обусловлена наведенным изменением показателя преломления Δn , которое во многом зависит от геометрии пространственно-временного профиля импульсного пучка, в частности, крутизны фронтов импульса. Уширение частотного спектра импульсного пучка в сторону низких частот определяется скоростью роста фазы на переднем фронте импульса, величиной крутизны этого фронта (чем больше крутизна, тем быст-

рее изменяется величина φ_{nl} и тем больше низкочастотное уширение спектра), а высокочастотная континуализация частотного диапазона обусловлена крутизной заднего фронта. Это позволяет объяснить, почему при генерации континуального излучения в диэлектриках, как правило, наблюдается заметный высокочастотный пьедестал, а низкочастотное уширение почти отсутствует.

В то же время, когда через кристалл диэлектрика проходит сверхмощный ($P_{in}/P_{cr} > 10$) УК импульсный пучок, после распространения в режиме динамической конкуренции между нелинейными и ионизационными эффектами его пространственно-временной профиль может принять специфическую форму: в центральной части пучка импульс расслаивается на два субимпульса (филамента), в отличие от периферии (рис. 2). Хвостовой субимпульс находится на достаточном расстоянии от предыдущих, чтобы влияние на него ПСЭ было недостаточным для дефокусировки, и привносит свой значимый вклад в генерацию континуального излучения в кварцевом стекле. Так, передний фронт первого субимпульса распространяется в нейтральной среде, и рост фазы, обусловленный, по большей части, самофокусировкой, здесь происходит довольно медленно (в наших расчетах φ_{nl} увеличивалась в среднем в течение ≈ 10 –35 фс, в зависимости от τ_p), в отличие от заднего фронта, где изменение фазы обусловлено фотоионизационными процессами, и φ_{nl} падает за время порядка 1.5 фс. Частотный спектр, генерируемый этим филаментом, представлен на рис. 3а. Заметен достаточно широкий пьедестал уширения спектра в сторону высоких частот и почти отсутствует уширение в сторону низких. Хвостовой субимпульс образовался в результате взаимодействия мощного лазерного излучения с диэлектриком и электронной плазмой и распространяется в поле первого субимпульса, поэтому ионизационные процессы играют ведущую роль в формировании как его переднего фронта, так и заднего (для хвостового субимпульса $\tau_{fs} \approx \tau_{fr} \approx 1.5$ –3 фс). Соответственно наблюдается значительное уширение частотного спектра этого филамента как в область высоких частот, так и в сторону низких (рис. 3б). Именно за счет большой крутизны переднего фронта последнего субимпульса мы и наблюдаем суперконтинуальное уширение частотного диапазона лазерного импульса в сторону низких частот.

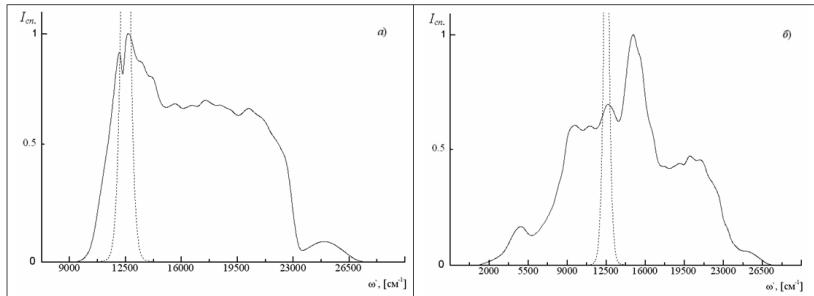


Рис. 3. Континуальный спектр, генерируемый первым (а) и вторым (б) осевыми филаментами образовавшимися при распространении в кварцевом стекле сверхмощного ($P_{in}/P_{cr} = 30$) УК лазерного импульса (на входе $\tau_p = 50$ фс, $w_0 = 30$ мкм, $\omega_0 = 12500$ см⁻¹, $\omega' = 1/\lambda$, I_{cn} нормирована на максимум континуального спектра).

Повышение P_{in} приводило к резкому увеличению пиковой интенсивности и плотности ПСЭ до критических значений. Сравнительный анализ расчетов, с учетом ионизации только за счет МФИ и за счет трех основных фотоионизационных механизмов (МФИ, лавинная ионизация, туннельный эффект), показал, что причиной генерации континуального спектра излучения являются ионизационные процессы, индуцированные высокоинтенсивным импульсным лазерным излучением, распространяющимся в кристалле диэлектрика. Максимальное значение, достигаемое плотностью ПСЭ, не превышало критической плотности, что повлекло бы за собой внесение изменений в кристалл диэлектрика.

Заключение. В ходе нашего исследования изучен ряд особенностей распространения сверхмощных ($P_{in}/P_{cr} > 10$) фемтосекундных импульсов в кварцевом стекле в условиях динамической конкуренции самофокусировки и дефокусировки, обусловленной фотоионизацией. Показано, что при $P_{in}/P_{cr} \approx 30$, при определенных параметрах, возможна генерация суперконтинуального излучения в кварцевом стекле с заметным уширением спектра как в сторону высоких, так и в сторону низких частот (ранее, как нам известно, наблюдалась генерация

континуального спектра в кварцевом стекле с заметным уширением спектра только в высокочастотную область). Отмечено, что для лазерного импульса с начальной длительностью $\tau_p=50$ фс уширение спектра в сторону низких частот было больше, чем для импульса $\tau_p=160$ фс. Анализируется физическая природа явления суперконтинуума, в частности, связь эволюционных изменений пространственно-временной огибающей интенсивности лазерного импульса в кварцевом стекле и генерируемого им спектра. Полученное уширение частотного диапазона излучения становится возможным за счет того, что импульсный пучок под воздействием ионизационных процессов деформируется определенным образом в процессе распространения в кварцевом стекле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hayden, T. Large amplitude wavelength modulation spectroscopy for sensitive measurements of broad absorbers / T.S. Hayden, G.B. Rieker // *Optics Express*. – 2016. – Vol. 24, № 4. – P. 27910–27921.
2. Chin, S. Advances in intense femtosecond laser filamentation in air / S. Chin, O. Kosareva, N. Panov, R. Li, Z. Xu, et al. // *Laser Physics*. – 2012. – Vol. 22, № 1. – P. 1–53.
3. Pfeiffer, M. Microstructuring of fused silica using femtosecond laser pulses of various wavelengths / M. Pfeiffer, A. Engel, G. Reisse, S. Weissmantel // *Applied Physics A*. – 2015. – Vol. 121, № 2. – P. 161105–161110.
4. Couairon, A. Femtosecond filamentation in transparent media / A. Couairon, A. Mysyrowicz // *Phys. Rep.* – 2007. – Vol. 441, № 1. – P. 47–189.
5. Lin, Sh. Supercontinuum generation in highly nonlinear fibers using amplified noise-like optical pulses / Shih-Shian Lin, Sheng-Kwang Hwang, and Jia-Ming Liu // *Optics Express*. – 2014. – Vol. 22, № 4. – P. 4152–4160.
6. Kandidov, V.P. Formation of conical emission of supercontinuum during filamentation of femtosecond laser radiation in fused silica / V.P. Kandidov, E.O. Smetanina, A.E. Dormidonov, V.O. Kompanets, S.V. Chekalin // *J. Exp. Theor. Phys.* – 2015. – Vol. 3, № 113:3. – P. 422–432.
7. Vislobokov, N.Yu. Quasi-soliton and multifocal propagation of high-intensity laser pulses in silica glass / N.Yu. Vislobokov, A.P. Sukhorukov // *Physics of Wave Phenomena*. – 2009. – Vol. 17, № 1. – P. 11–14.
8. Келдыш, Л.В. Ионизация в поле сильной электромагнитной волны / Л.В. Келдыш // *ЖЭТФ*. – 1964. – Vol. 47, № 15(11). – P. 1945–1956.
9. Вислобоков, Н.Ю. Численное моделирование влияния дисперсии на спектральную континуацию мощных фемтосекундных импульсов в кварцевом стекле / Н.Ю. Вислобоков // *Вестн. Віцебск. дзярж. ун-та*. – 2014. – № 2(80). – С. 23–28.

REFERENCES

1. Hayden, T. Large amplitude wavelength modulation spectroscopy for sensitive measurements of broad absorbers / T.S. Hayden, G.B. Rieker // *Optics Express*. – 2016. – Vol. 24, № 4. – P. 27910–27921.
2. Chin, S. Advances in intense femtosecond laser filamentation in air / S. Chin, O. Kosareva, N. Panov, R. Li, Z. Xu, et al. // *Laser Physics*. – 2012. – Vol. 22, № 1. – P. 1–53.
3. Pfeiffer, M. Microstructuring of fused silica using femtosecond laser pulses of various wavelengths / M. Pfeiffer, A. Engel, G. Reisse, S. Weissmantel // *Applied Physics A*. – 2015. – Vol. 121, № 2. – P. 161105–161110.
4. Couairon, A. Femtosecond filamentation in transparent media / A. Couairon, A. Mysyrowicz // *Phys. Rep.* – 2007. – Vol. 441, № 1. – P. 47–189.
5. Lin, Sh. Supercontinuum generation in highly nonlinear fibers using amplified noise-like optical pulses / Shih-Shian Lin, Sheng-Kwang Hwang, and Jia-Ming Liu // *Optics Express*. – 2014. – Vol. 22, № 4. – P. 4152–4160.
6. Kandidov, V.P. Formation of conical emission of supercontinuum during filamentation of femtosecond laser radiation in fused silica / V.P. Kandidov, E.O. Smetanina, A.E. Dormidonov, V.O. Kompanets, S.V. Chekalin // *J. Exp. Theor. Phys.* – 2015. – Vol. 3, № 113:3. – P. 422–432.
7. Vislobokov, N.Yu. Quasi-soliton and multifocal propagation of high-intensity laser pulses in silica glass / N.Yu. Vislobokov, A.P. Sukhorukov // *Physics of Wave Phenomena*. – 2009. – Vol. 17, № 1. – P. 11–14.
8. Keldysh L.V. *ZhETF* [J. Exp. Theor. Phys.], 1964, 47, 15(11), pp. 1945–1956.
9. Vislobokov N.Yu. *Vestnik VGU* [Newsletter of Vitebsk State University], Vitebsk, 2014, № 2(80), pp. 23–28.

Поступила в редакцию 28.03.2017

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

Стабилизация вполне интегрируемых линейных стационарных систем Пфаффа в случае скалярного управления

О.В. Храмцов

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

В работе материалом исследования являются вполне интегрируемые стационарные системы Пфаффа, которые являются линейными по входу – управлению и по выходу – состоянию системы. Такие системы изучались на обладание ими различными свойствами: полная управляемость, континуум управляемости, максимальная управляемость. В настоящей работе исследуется вопрос об обладании указанными системами свойством стабилизации. Под этим свойством понимается построение с помощью обратной связи такой вполне интегрируемой стационарной системы Пфаффа, тривиальное решение которой является асимптотически устойчивым в первом квадранте плоскости изменения двумерного аргумента.

Цель статьи – получение условий, при выполнении которых линейная стационарная вполне интегрируемая система Пфаффа обладает свойством стабилизации в случае скалярного управления.

Материал и методы. Материалом для исследования послужила дифференциальная модель процесса в виде линейной стационарной вполне интегрируемой системы Пфаффа в специальной форме. Методы: матричного анализа, теории систем дифференциальных уравнений Пфаффа, проблемы моментов.

Результаты и их обсуждение. В работе определено понятие свойства стабилизации линейной стационарной вполне интегрируемой системы Пфаффа, представленной в специальной форме. В случае скалярного управления получен критерий обладания такими системами свойством стабилизации. Критерий стабилизации носит ранговый характер от некоторой матрицы, составленной с помощью известных матриц и векторов исходной системы.

Заключение. В вычислительном плане проверка критерия не вызывает затруднений, так как вычисления проводятся в рамках матричного анализа. Исследование носит фундаментальный характер.

Ключевые слова: системы Пфаффа, полная интегрируемость, управляемость, стабилизация.

Stabilization of Complete Integrated Linear Stationary Pfaff Systems in Case of Scalar Control

O.V. Khramtsov

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

The research material is complete integrated stationary Pfaff systems, which are linear at the entrance, control, and the exit, the state of the system. Such systems were studied from the point of view of possession by them of different features, like the feature of complete control, continuum control, maximal control. The issue of the possession by the above mentioned systems of the property of stabilization is under consideration in the article. The stabilization is understood as building, with the help of a feedback, of a complete integrated stationary Pfaff system, the trivial solution of which is asymptotically stable in the first square of the plain of change of a two-dimension argument.

The purpose of the work is obtaining conditions, provision of which presents linear complete integrated stationary Pfaff system as having the feature of stabilization under scalar control.

Material and methods. The research material is differential model of the process in the form of linear stationary complete integrated Pfaff system in a special form. The research methods are methods of matrix analysis, methods of the theory of differential Pfaff equation systems, the method of the moment problem.

Findings and their discussion. The notion of the stabilization feature of linear stationary complete integrated Pfaff system represented in a special form is identified in the paper. In the case of scalar control criterion is obtained of possession by such systems of the feature of stabilization. The stabilization criterion is of range character from some matrix which is built with the help of known matrices and vectors of the initial system.

Conclusion. From the point of view of calculation the criterion test does not cause any difficulties since calculations are conducted within matrix analysis. The research is of fundamental character.

Key words: complete integrability, Pfaff systems, stabilization, controllability.

В данной работе продолжается изучение свойств вполне интегрируемых линейных стационарных систем Пфаффа. В [1–3] получены критерии полной управляемости, континуум управляемости, максимальной управляемости. Р. Калман [4, с. 62] доказал критерий наличия свойства стабилизации для линейных стационарных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. В настоящей работе решается вопрос о возможности стабилизации линейной стационарной вполне интегрируемой системы Пфаффа в случае скалярного управления. Рассматриваемая система является более сложным объектом, ибо представляет собой переопределенную систему дифференциальных уравнений с частными производными. Полученный критерий стабилизации носит ранговый характер от некоторой матрицы, составленной с помощью известных матриц и векторов исходной системы.

Цель статьи – получение условий, при выполнении которых линейная стационарная вполне интегрируемая система Пфаффа обладает свойством стабилизации в случае скалярного управления.

Материал и методы. Материалом для исследования является дифференциальная модель процесса в виде линейной стационарной вполне интегрируемой системы Пфаффа в специальной форме [5, с. 323]. Методы: матричного анализа, теории систем дифференциальных уравнений Пфаффа, проблемы моментов.

Результаты и их обсуждение. Рассматривается процесс, описываемый вполне интегрируемой линейной системой Пфаффа

$$\Theta : dx = (A_1x + b_1u(t))dt_1 + (A_2x + b_2u(t))dt_2, \quad (1)$$

где аргумент $t = (t_1, t_2) \in R^2$, $x \in R^n$ – выход, состояние системы, $u \in R^1$ – вход, управление, непрерывно дифференцируемая скалярная функция, A_1, A_2 – постоянные вещественные матрицы соответствующих размерностей, b_1, b_2 – постоянные вещественные векторы. Условия полной интегрируемости [6, с. 44] системы (1) имеют вид

$$W = A_2A_1 - A_1A_2 = 0, \\ b_1 \frac{\partial u}{\partial s_2} - b_2 \frac{\partial u}{\partial s_1} = pu, \quad p = A_2b_1 - A_1b_2.$$

Поэтому для полной интегрируемости системы Пфаффа необходимо и достаточно в случае скалярного управления выполнение свойств [1]:

1. Условие перестановочности матриц системы

$$A_2A_1 = A_1A_2, \quad (2)$$

2. Условие согласованности рангов

$$\text{rank} T = 1, \quad T = [b_1, b_2, p]. \quad (3)$$

При выполнении этих свойств для заданной скалярной функции u система (1) имеет единственное решение с начальным условием

$$x(0) = x^0.$$

Рассмотрим свойство стабилизации. Пусть обратная связь имеет вид

$$u = cx, \quad c = (c_1, c_2, \dots, c_n), \quad (4)$$

где вещественный вектор-строка c подлечит определению. Замкнем систему (1) обратной связью (4). В результате получим систему

$$dx = H_1xdt_1 + H_2xdt_2, \quad (5)$$

здесь $H_i = A_i + b_i c, i = 1, 2$.

Определение 1. Система (1) обладает свойством стабилизации тогда и только тогда по определению, когда существует такой вещественный вектор c , что система (5) является вполне интегрируемой и ее тривиальное решение асимптотически устойчиво в первом квадранте $k = [0, \infty) \times [0, \infty)$ плоскости изменения векторного аргумента $t = (t_1, t_2)$.

Приведем два простых факта, используемых в дальнейшем. Пусть линейное преобразование L задается с помощью произвольной постоянной вещественной матрицы D , которая является невырожденной ($\det D \neq 0$).

Лемма 1. При линейном преобразовании L свойство (2) перестановочности матриц системы (1) сохраняется.

Действительно: в силу (2) имеем

$$W = \bar{A}_2\bar{A}_1 - \bar{A}_1\bar{A}_2 = D^{-1}A_2DD^{-1}A_1D - D^{-1}A_1DD^{-1}A_2D = D^{-1}WD = 0.$$

Лемма 2. При линейном преобразовании L свойство (3) согласованности рангов сохраняется.

Действительно

$$\text{rank } R = \text{rank} [D^{-1}b_1, D^{-1}b_2, D^{-1}A_2DD^{-1}b_2 - D^{-1}A_1DD^{-1}b_1] = \text{rank } D^{-1}R = \text{rank } R = 1$$

в силу свойства ранга произведения матриц [7, с. 25].

Имеет место

Теорема 1. Система (1) обладает свойством стабилизации тогда и только тогда, когда выполняется хотя бы одно из условий

$$\text{rank } K_i(b_i, A_i) = n, \quad (6)$$

$$K_i(b_i, A_i) = [b_i, A_i, \dots, A_i^{n-1}b_i], \quad i = 1, 2.$$

Доказательство. Условие согласования рангов (3) означает линейную зависимость между векторами b_1, b_2

$$\exists k \in R^1 : b_2 = kb_1. \quad (7)$$

Пусть выполнено условие (6) в случае $i = 1$.

Применим к системе (1) линейное преобразование

$$x = Dy, \det D \neq 0. \quad (8)$$

В результате с учетом (7) получим систему

$$dy = (D^{-1}A_1Dy + D^{-1}b_1u(t))dt_1 + (D^{-1}A_2Dy + D^{-1}kb_1u(t))dt_2. \quad (9)$$

В силу условия (6) согласно результату Калмана [4, с. 53] существует невырожденная матрица D такая, что

$$D^{-1}b_1 = r, \quad D^{-1}kb_1 = kr, \quad r = (0, \dots, 0, 1)^T. \quad (10)$$

В свою очередь, матрица $D^{-1}A_1D = F_1$ является [4, с. 55] матрицей Фробениуса или матрицей канонического представления

$$F_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & -a_{n-3} & \dots & -a_2 & -a_1 \end{bmatrix}, \quad (11)$$

где числа $a_i, i = 1, \dots, n$ — коэффициенты характеристического многочлена

$$\chi_{A_1}(z) \equiv |Ez - A_1| = z^n + a_1z^{n-1} + \dots + a_n$$

матрицы A_1 . Более того [4, с. 56], характеристические многочлены матриц A_1 и F_1 совпадают

$$\chi_{A_1}(z) \equiv \chi_{F_1}(z).$$

Согласно лемме 1 свойство перестановочности (2) матриц сохраняется

$$F_2F_1 = F_1F_2. \quad (12)$$

Считая матрицу F_1 известной из равенства (12), найдем представление матрицы F_2

$$F_2 = \begin{bmatrix} sp & s & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & sp & s & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & sp & s \\ -sa_n & -sa_{n-1} & -sa_{n-2} & -sa_{n-3} & \dots & -sa_2 & -sa_1 + sp \end{bmatrix}. \quad (13)$$

В матрице F_2 вещественные числа s, p произвольны. Поэтому получен целый класс $\Phi = \Phi(p, s)$ матриц F_2 . Теперь можно уточнить систему (9)

$$dy = (F_1y + ru(t))dt_1 + (F_2y + kru(t))dt_2, \quad (14)$$

здесь матрицы F_1, F_2 определены равенствами (11), (13), вектор r указан в (10): $r = (0, \dots, 0, 1)^T$.

По лемме 2 условие согласованности рангов (3) должно сохраняться:

$$\text{rank} [r, kr, F_2r - F_1kr] = 1. \quad (15)$$

Так как вектор

$$F_2 r - F_2 k r = (0, 0, \dots, 0, s - k, (s - k)a_0 + sp)^T,$$

то для выполнения условия (15) необходимо и достаточно равенство

$$s = k. \quad (16)$$

Таким образом, требование согласованности рангов сужает класс матриц F_2 :

$$\Phi = \Phi(p, k),$$

где число k определено в (7), а вещественное число p – произвольно.

В ы в о д. При выполнении условия перестановочности матриц (2), условия согласованности рангов (3) и условия (4) теоремы (1) с учетом требования (16) в результате преобразования (9) система (1) принимает вид

$$dy = (F_1 y + ru(t))dt_1 + (F_2 y + kru(t))dt_2, \quad (17)$$

где матрица F_1 определена равенством (11), а матрица

$$F_2 = k \begin{bmatrix} p & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & p & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & p & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & -a_{n-3} & \dots & -a_2 & -a_1 + p \end{bmatrix},$$

вектор $r = (0, 0, \dots, 0, 1)^T$.

Решаем теперь задачу стабилизации. Пусть обратная связь имеет вид

$$u = cx, \quad c = (c_1, c_2, \dots, c_n), \quad (18)$$

где произвольный вещественный вектор-строка c подлежит определению. Замкнем систему (17) обратной связью (18). В результате получим систему

$$dx = H_1 x ds_1 + H_2 x ds_2, \quad (19)$$

здесь $H_1 = F_1 + rc$, $H_2 = F_2 + krc$.

Непосредственными вычислениями можем убедиться, что матрицы H_1, H_2 перестановочны. Строка с номером n в матрице H_1 имеет вид

$$(H_1)_{[n]} = (-a_n + c_1, -a_{n-1} + c_2, \dots, -a_1 + c_n).$$

Поэтому характеристическое уравнение $|\lambda E - H_1| = 0$ для матрицы H_1 :

$$\begin{aligned} \chi_{H_1}(\lambda) &= \lambda^n + (a_1 - c_n)\lambda^{n-1} + (a_2 - c_{n-1})\lambda^{n-2} + \dots \\ &\dots + (a_{n-1} - c_2)\lambda + (a_n - c_1) = 0. \end{aligned} \quad (20)$$

С другой стороны, обозначив $\mu = \lambda + p$, получим характеристическое уравнение $|\mu E - H_1| = 0$ для матрицы H_2 : $\chi_{H_2}(\mu) = 0$. Иными словами, каждое собственное число из спектра матрицы H_2 отличается от собственного числа из спектра матрицы H_1 на число p . В характеристическом уравнении (20) возможно построение каждого из его коэффициентов за счет произвольности выбора каждой компоненты c_i вектора c . Значит, возможно построение любых наперед заданных спектров матриц H_1, H_2 в том числе и с условиями

$$\operatorname{Re} \lambda_i < 0 \quad \text{и} \quad \operatorname{Re} \mu_i = \operatorname{Re}(\lambda_i + p) < 0. \quad (21)$$

Условия (21) означают асимптотическую устойчивость тривиального решения системы (19) в первом квадранте $K = [0, \infty) \times [0, \infty)$ плоскости изменения векторного аргумента $t = (t_1, t_2)$. Оба условия определения 1 свойства стабилизации системы выполнены. Теорема 1 доказана.

Рассмотрим условие (6) теоремы 1. Имеет место

Следствие 1. Если выполняется условие

$$\operatorname{rank} K_1(b_1, A_1) = n, \quad (22)$$

то выполняется и условие

$$\operatorname{rank} K_2(b_2, A_2) = n. \quad (23)$$

Действительно: из выполнения равенства (22) следует выполнение равенства $\operatorname{rank} K(r, F_1) = n$. Значит, справедливо равенство $\operatorname{rank}(kr, F_2) = n$. Из последнего равенства вытекает справедливость утверждения (23).

Заключение. В работе объектом исследования являются вполне интегрируемые стационарные системы Пфаффа в специальной форме, которые линейны по скалярному входу – управлению и по выходу – состоянию системы. Введено понятие свойства стабилизации. В случае скалярного управления получен критерий облада-

ния такими системами свойством стабилизации. Критерий стабилизации носит ранговый характер от некоторой матрицы, составленной с помощью известных матриц и векторов исходной системы. В вычислительном плане проверка критерия не вызывает затруднений, так как вычисления проводятся в рамках матричного анализа. Исследование носит фундаментальный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмов, О.В. К управляемости стационарных систем Пфаффа / О.В. Храмов // Дифференц. уравнения. – 1985. – Т. 21, № 11. – С. 1933–1939.
2. Храмов, О.В. Задача континуум управляемости линейных стационарных систем Пфаффа / О.В. Храмов // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2010. – № 3. – С. 54–59.
3. Храмов, О.В. Относительная управляемость линейных стационарных вполне интегрируемых систем Пфаффа / О.В. Храмов // Дифференц. уравнения. – 2014. – № 6. – С. 817–824.
4. Калман, Р. Очерки по математической теории систем / Р. Калман, П. Фалб, М. Арbib. – М.: Наука, 1971. – 426 с.
5. Рашевский, П.К. Геометрическая теория уравнений с частными производными / П.К. Рашевский. – М.: Гостехиздат, 1947. – 354 с.
6. Гайшун, И.В. Вполне разрешимые многомерные дифференциальные уравнения / И.В. Гайшун. – Минск: Наука и техника, 1983. – 371 с.
7. Хорн, Р. Матричный анализ / Р. Хорн, Ч. Джонсон. – М.: Мир, 1989. – 656 с.

REFERENCES

1. Khrantsov O.V. Differentsialniye uravneniya [Differential Equations], 1985, 21(11), pp. 1933–1939.
2. Khrantsov O.V. Vesnik VDU [Newsletter of Vitebsk State University], 2010, 3, pp. 54–59.
3. Khrantsov O.V. Differentsialniye uravneniya [Differential Equations], 2014, 6, pp. 817–824.
4. Kalman R., Falb P., Arbib M. Oчерки по matematicheskoi teorii system [Stories on Mathematical Theory of Systems], Moscow: Nauka, 1971, 426 p.
5. Rashevski P.K. Geometricheskaya teoriya uravnenii s chastnymi proizvodnimi [Geometric Theory of Equations with Partial Derivative], Moscow, Gostekhizdat, 1947, 354 p.
6. Gaishun I.V. Vpolne reshimiyе mnogomerniye differentsialniye uravneniya [Quite Soluble Multidimensional Differential Equations], Minsk, Nauka i tekhnika, 1983, 371 p.
7. Khorn R., Johnson Ch. Matrichnii analiz [Matrix Analysis], Moscow, Mir, 1989, 656 p.

Поступила в редакцию 20.03.2017

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



БІАЛОГІЯ

УДК 574.4:504.054:666.94(476)

Особенности анатомической структуры листьев древесных растений, произрастающих вблизи цементных заводов Беларуси

А.М. Николайчук

Государственное научное учреждение
«Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

Использование анатомических особенностей в качестве критериев оценки степени антропогенного влияния на древесные растения позволяет получить достоверную и своевременную информацию о состоянии окружающей среды. В исследовании была изучена анатомическая структура листьев древесных растений, произрастающих на различном расстоянии от цементных заводов.

Цель статьи – изучение особенностей анатомического строения листьев древесных растений в зависимости от вида растения и степени техногенного воздействия цементных заводов Беларуси.

Материал и методы. Анатомическая структура листьев исследовалась под световым микроскопом (увеличение в 400 раз). Определяли толщину эпидермиса, палисадной и губчатой ткани, общую толщину листа, число слоев палисадной ткани. Пробы листьев 4-х видов древесных растений отбирали в течение вегетационного периода 2016 года. Исследования проводили на 8 пробных площадках, заложенных на различном расстоянии от цементных заводов Беларуси.

Результаты и их обсуждение. Анатомическая структура листа играет важную роль в способности растений противостоять повреждающему действию аэротехногенных загрязнителей. Береза повислая и дуб черешчатый более устойчивые виды по сравнению с липой мелколистной и кленом остролистным. Это проявляется в приобретении некоторых черт ксероморфности – утолщении листовой пластинки за счет увеличения высоты клеток эпидермиса и мезофилла, увеличении линейных размеров и объема клеток столбчатой и губчатой ткани. У клена остролистного и липы мелколистной отмечаются меньшая толщина листовой пластинки, меньшие размеры клеток столбчатой и губчатой ткани.

Заключение. Таким образом, можно сказать, что анатомическая структура листа играет важную роль в способности растений противостоять повреждающему действию аэротехногенных загрязнителей. Наиболее выраженное действие техногенных выбросов на исследуемые виды древесных растений отмечено в районах заводов – Красносельского завода стройматериалов, а также Кричевского и Костюковичского цементных заводов (заводы расположены по мере уменьшения влияния техногенных эмиссий на растения). При удалении от техногенного источника загрязнения анатомические показатели растений улучшаются.

Ключевые слова: древесные растения, цементные заводы, устойчивость, анатомическая структура, столбчатый мезофилл, губчатый мезофилл, толщина листовой пластинки.

Features of Leaf Anatomic Structure of Woody Plants which Grow Nearby Concrete Plants in Belarus

A.M. Nikolaichuk

State Scientific Establishment «Central Botanical Gardens of the NAS of Belarus»

Application of anatomical features as assessment criteria of the degree of anthropogenic impact on woody plants makes it possible to obtain reliable and timely information on the state of the environment. Anatomical structure of leaves of woody plants, which grow at different distances from concrete plants, is studied in the article.

The purpose of the article is to study features of leaf anatomic structure of woody plants depending on the type of the plant and the degree of technogene impact of concrete plants in Belarus.

Material and methods. Leaf anatomic structure was studied under a light microscope (400 time magnifying). Epidermis thickness was identified, that of palisade u sponge tissue, as well as general leaf thickness, the number of palisade tissue layers. Samples of 4 types of woody plant leaves were taken during the vegetation period of 2016. Studies were conducted at 8 test sites at different distances from concrete plants of Belarus.

Findings and their discussion. Leaf anatomic structure plays an important role in plant ability to resist the harmful impact of concrete plants. *Betula pendula* and English oak are more stable species compared to small-leaved linden and Norway maple. This is reflected in acquiring some xeromorphic features, thickening of the leaf plate due to increase of the height of epidermis and mesophilous cells, as well as the increase of linear dimensions and volume of columnar and sponge tissue cells. *Acer platanoides* and small-leaved linden have thinner leaf plate, smaller columnar and sponge tissue cells.

Conclusion. Thus, we can state that the leaf anatomic structure plays an important role in the ability of plants to resist harmful impact of aerotechnogenic pollutants. A most pronounced impact of technogenic exhausts on the studied species of woody plants are found out in the neighborhood of Kransnoselsk Construction Materials Plant, Krichev and Kostiukovich Concrete Plants (mentioned in reduction of the harmful effect). The farther the technogenic pollution source is the better the anatomic parameters of plants are.

Key words: woody plants, concrete plants, resistance, anatomic structure, columnar mesophil, sponge mesophil, thickness of leaf plate.

Древесные растения выполняют рекреационную, санитарно-гигиеническую и ряд других важных функций. Основной оценки этих функций выступает система комплексного мониторинга, позволяющая выявлять и прогнозировать последствия антропогенной деятельности. При этом как объекты биомониторинга (индикаторы) окружающей среды рекомендуют использовать растительные организмы, потому что они, являясь продуцентами, больше других живых организмов подвергаются воздействию негативных факторов среды. Особой чувствительностью из тканей и органов растений отличаются структурные элементы листьев, находящихся в наиболее активном контакте со средой [1; 2]. Такая чувствительность листьев объясняется осуществлением в них ряда важных физиологических процессов [3; 4].

Впервые связь между некоторыми особенностями строения листа и газоустойчивостью растений была показана в работах Е.Н. Князевой в 1950 г. [5]. Н.П. Красинский предлагает различать анатомо-морфологическую форму газоустойчивости, в основе которой лежат специфические анатомо-морфологические особенности растительного организма, снижающие способность листьев к накоплению газов и их повреждаемость [6]. Длительное или постоянное воздействие техногенных загрязнителей на растительность вызывает серьезные изменения анатомического строения листьев растений и увеличение их ксерофитизации, которое проявляется в изменении размеров листьев, клеток, толщины эпидермиса, мезофилла, в более мощном развитии механической ткани, увеличении числа устьиц на 1 мм² поверхности листа, уменьшении устьиц в течение дня и т.д. [3; 5]. Степень описанных изменений в анатомическом строении ассимиляционных органов зависит от концентрации и токсичности загрязняющих веществ, а также от длительности их действия и чувствительности видов.

Таким образом, использование анатомических особенностей в качестве критериев оценки степени антропогенного влияния на древесные растения позволяет получить достоверную и своевременную информацию о состоянии окружающей среды [7].

Нами была изучена анатомическая структура листьев древесных растений, произрастающих на различном расстоянии от цементных заводов.

Цель статьи – изучение особенностей анатомического строения листьев древесных растений в зависимости от вида растения и степени техногенного воздействия цементных заводов Беларуси.

Материал и методы. Материалом исследования послужили 4 вида древесных растений, произрастающих на исследуемых нами территориях: береза повислая (*Bétula péndula* Roth.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клен остролистный (*Acer platanoides*) и липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). Анатомическую структуру листьев определяли по методике Цельникер [8]. Пробы отбирали с модельных деревьев в нижней части кроны с юж-

ной стороны горизонта. Все исследования выполняли на полностью сформированных листьях. Подсчет количества клеток и их измерение осуществляли на свежем материале. Для изучения анатомического строения готовили поперечные срезы из средней части листа. Срезы просматривали в глицерине под световым микроскопом (увеличение в 400 раз). Определяли толщину эпидермиса, палисадной и губчатой ткани, общую толщину листа, число слоев палисадной ткани. Линейные показатели мезофилла листа измеряли с помощью окуляра-микрометра. Повторность измерений для каждого варианта – 30-кратная.

Объем клетки столбчатой ткани рассчитывали по формуле объема цилиндра:

$$V = h\pi r^2,$$

где h – длина клетки (D), r – половина ширины клетки ($d/2$). Если клетки губчатой ткани имели округлую форму, то объем клетки рассчитывали по формуле объема шара:

$$V = 4/3\pi r^3,$$

где r – половина диаметра клетки губчатой ткани.

Если диаметры клеток губчатой ткани отличались более чем на 2–3 мкм, то объем клетки рассчитывали по той же формуле, что использовалась для вычисления объема столбчатой клетки [9].

Поверхность клетки рассчитывали по формуле поверхности цилиндра:

$$S = 2\pi rh + 2\pi r^2 \text{ [8]}.$$

Обработка данных проводилась методами вариационной статистики с использованием программы Excel. В таблицах указаны среднеарифметические значения из 30 повторностей с соответствующими стандартными отклонениями.

Для анализа были взяты выборки листьев из 8 точек, находящихся на разном удалении от источников выбросов заводов цементной промышленности.

Точка 1. Красносельский завод стройматериалов. Лесополоса около самого завода.

Точка 2. Красносельский завод стройматериалов (Росское лесничество, ПП-3). Лесополоса на расстоянии 2 км 300 м от завода.

Точка 3. Красносельский завод стройматериалов (юго-восточнее от завода). Отдельно стоящие деревья березы повислой на расстоянии 2 км 600 м от завода.

Точка 4. Кричевский цементный завод (Краснобудское лесничество, ПП-2). Лесополоса на расстоянии 2 км 450 м от завода.

Точка 5. Кричевский цементный завод (Краснобудское лесничество, ПП-3). Лесополоса на расстоянии 3 км 380 м от завода.

Точка 6. Костюковичский цементный завод (Костюковичское лесничество, ПП-1). Лесополоса на расстоянии 2 км 260 м от завода.

Точка 7. Костюковичский цементный завод (Костюковичское лесничество, ПП-5). Лесополоса на расстоянии 6 км 330 м от завода.

Точка 8. Волковысский район (контроль). Точка была взята в качестве контроля и расположена на расстоянии 40 км от Красносельского цементного завода.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований было установлено, что у березы повислой с нарастанием техногенной нагрузки наблюдается тенденция к увеличению толщины листовой пластинки. Так, наименьшая толщина листовой пластинки отмечается у березы повислой, произрастающей в контрольной зоне, – 133,81 мкм, а наибольшая – 190,04 мкм – у видов, произрастающих в Росском лесничестве (ПП-3) на расстоянии 2 км 300 м от Красносельского завода стройматериалов (табл. 1). У отдельно стоящих видов, произрастающих юго-восточнее от данного завода, толщина листовой пластинки незначительно снижается и составляет 170 мкм. В Краснобудском лесничестве (ПП-2) у *Betula pendula* Roth., произрастающей на расстоянии 2 км 450 м от Кричевского цементного завода, толщина листовой пластинки также больше, чем у деревьев, произрастающих дальше от завода (ПП-3), и составляет 170,50 и 149,12 мкм соответственно. У березы повислой вблизи Костюковичского цементного и Красносельского заводов стройматериалов толщина листовой пластинки была примерно одинаковой (170,23 и 168,67 мкм). Таким образом, можно утверждать, что в техногенных условиях в виде слабой тенденции происходит утолщение листовой пластинки. Согласно проведенным нами исследованиям, установлено, что утолщение листовой пластинки у березы повислой происходит за счет увеличения толщины верхнего и нижнего эпидермиса. Так, наименьшая толщина как верхнего, так и нижнего эпидермиса отмечается в контрольной зоне – 14,90 и 9,84 мкм соответственно, а также у видов, произрастающих вблизи Красносельского завода стройматериалов, – 12,84 и 7,88 мкм.

Коэффициент паренхимности (отношение высоты столбчатой к высоте губчатой паренхимы) у березы повислой изменяется от 0,60 до 0,90 (табл. 1). Согласно нашим исследованиям, структурной особенностью рассматриваемого вида является преобладание губчатого мезофилла в общем объеме хлоренхимы. Так как губчатая паренхима в основном выполняет роль транспирации и газообмена, то, по-видимому, утолщение послед-

ней благоприятно сказывается на выведении газообразных продуктов техногенных эмиссий из растительной клетки.

Таблица 1

Анатомическая структура листьев древесных растений, произрастающих на различном удалении от цементных заводов

Место отбора	Вид	Толщина листовой пластинки, мкм	Высота эпидермиса, мкм		Высота паренхимы (h), мкм		(h _{ст})/ (h _г)
			верхний	нижний	Столбчатая (h _{ст})	Губчатая (h _г)	
Красносельский завод стройматериалов	Береза повислая	168,67± 10,01	12,84± 2,06	7,88± 1,78	58,22± 9,20	65,74± 6,78	0,89
	Клен остролистный	115,27± 14,80	8,98± 1,62	7,34± 1,08	49,81± 10,51	42,26± 7,52	1,18
Красносельский завод стройматериалов ПП-3 (Росское л-во)	Дуб черешчатый	120,10± 20,87	16,91± 3,52	13,27± 2,84	38,41± 6,60	46,04± 7,69	0,83
	Береза повислая	190,04± 16,40	22,30± 6,37	12,64± 2,83	49,44± 9,10	77,75± 13,08	0,63
	Клен остролистный	108,56± 18,67	15,41± 2,61	10,04± 2,21	34,37± 4,84	37,63± 8,10	0,91
Красносельский завод стройматериалов (Росское л-во, юго-восточнее от завода)	Береза повислая	170,64± 20,27	20,93± 3,23	13,04± 2,59	61,62± 7,78	82,30± 14,06	0,75
Кричевский ЦЗ ПП-2 (Краснобудское л-во)	Береза повислая	170,50± 13,13	19,75± 3,81	12,37± 2,46	51,68± 8,21	86,48± 10,37	0,60
Кричевский ЦЗ ПП-3 (Краснобудское л-во)	Дуб черешчатый	135,01± 10,62	11,35± 2,56	9,60± 2,09	47,64± 5,85	56,27± 10,36	0,85
	Береза повислая	149,12± 9,37	14,57± 3,062	10,70± 2,69	54,61± 7,16	61,21± 8,90	0,89
Костюковичский ЦЗ ПП-1 (Костюковичское л-во)	Липа мелколистная	113,15± 6,79	12,10± 2,29	11,84± 2,48	37,91± 4,41	42,74± 8,54	0,89
	Дуб черешчатый	106,08± 11,27	11,57± 2,60	10,12± 1,90	35,84± 6,60	41,77± 5,85	0,86
	Береза повислая	170,23± 13,41	14,50± 3,31	11,34± 2,83	60,70± 7,16	67,27± 10,11	0,90
	Клен остролистный	84,01± 10,90	9,21± 2,04	8,77± 1,62	33,74± 3,48	33,64± 5,87	1,00
Костюковичский ЦЗ ПП-5 (Костюковичское л-во)	Дуб черешчатый	118,44± 9,71	12,88± 2,50	10,67± 2,91	40,45± 3,48	45,30± 7,13	0,89
ПП-9 Контроль (Волковысский район)	Береза повислая	133,81± 13,27	14,90± 3,23	9,84± 1,82	45,23± 7,95	55,74± 9,45	0,81
	Дуб черешчатый	154,58± 7,16	15,24± 2,83	8,66± 1,94	59,20± 5,35	57,95± 7,96	1,02

Линейные размеры клеток губчатой паренхимы у березы повислой в зависимости от места отбора меняются таким образом: длина колеблется от 17,18 до 21,66 мкм; ширина – от 10,46 до 13,49 мкм. Наибольшие размеры как длины, так и ширины клеток губчатого мезофилла характерны для видов, произрастающих на небольшом удалении от цементных заводов. В контрольной зоне линейные размеры клеток имеют наименьшее значение

(табл. 2). Коэффициент прозенхимности губчатой ткани (отношение длины клетки к ее ширине) наибольшего значения достигает в контрольной зоне (1,64) и юго-восточнее от Красносельского завода стройматериалов (1,76).

Таблица 2

Клеточная организация губчатого мезофилла листа

Место отбора	Вид	Диаметр клеток в губчатой паренхиме, мкм		D/d	Поверхность (S) клеток губчатой паренхимы, мкм ²	Объем клеток губчатой паренхимы, мкм ³	S/V
		D	d				
Красносельский завод стройматериалов	Береза повислая	17,18±3,14	10,92±2,22	1,57	776,83	1609,38	0,48
	Клен остролистный	12,29±3,65	8,96±2,90	1,38	472,26	775,49	0,61
Красносельский завод стройматериалов ПП-3 (Росское л-во)	Дуб черешчатый	13,12±2,29	9,22±2,05	1,42	513,16	874,93	0,59
	Береза повислая	18,79±3,97	11,56±2,16	1,62	891,99	1970,96	0,45
	Клен остролистный	11,38±2,88	10,63±1,98	1,07	624,47	1187,89	0,53
Красносельский завод стройматериалов (Росское л-во, юго-восточнее от завода)	Береза повислая	21,72±4,16	12,36±2,58	1,76	1058,20	2528,32	0,42
Кричевский ЦЗ ПП-2 (Краснобудское л-во)	Береза повислая	21,66±4,38	13,49±2,85	1,61	1203,58	3094,88	0,39
Кричевский ЦЗ ПП-3 (Краснобудское л-во)	Дуб черешчатый	17,38±3,05	11,65±3,00	1,49	849,33	1852,85	0,46
	Береза повислая	17,20±2,93	10,46±1,99	1,64	737,29	1478,81	0,50
Костюковичский ЦЗ ПП-1 (Костюковичское л-во)	Липа мелколистная	14,92±2,91	11,83±2,23	1,26	774,35	1640,06	0,47
	Дуб черешчатый	14,14±2,49	10,55±1,80	1,34	643,19	1235,25	0,52
	Береза повислая	18,58±3,28	12,24±2,16	1,52	949,64	2185,77	0,43
	Клен остролистный	13,19±2,40	10,10±2,05	1,31	571,10	1034,95	0,55
Костюковичский ЦЗ ПП-5 (Костюковичское л-во)	Дуб черешчатый	14,53±2,13	11,27±1,85	1,29	713,87	1449,13	0,49
ПП-9 Контроль (Волковысский район)	Береза повислая	17,57±4,15	10,63±1,63	1,65	764,36	1559,70	0,49
	Дуб черешчатый	15,78±3,10	10,72±2,04	1,47	711,62	1423,19	0,50

Столбчатая паренхима у березы повислой представлена двумя слоями клеток. Палисадная паренхима первого слоя имеет довольно четкую структуру, клетки вытянуты в дорсовентральном направлении. Диаметр второго слоя клеток укорочен. Диаметр и ширину клеток мы рассчитывали, исходя из среднего размера клеток двух слоев паренхимы. Длина палисадных клеток березы повислой меняется от 33,62 мкм у видов, произрастающих вблизи Красносельского завода стройматериалов, до 43,78 мкм – вблизи Костюковичского цементного

завода (табл. 3). Коэффициент прозенхимности у березы повислой находится в пределах 3,27–4,96, причем наибольшего значения он достигает в контрольных образцах, а наименьшего – у образцов, отобранных в непосредственной близости от цементных заводов. Отношение площади поверхности столбчатой паренхимы к ее объему самое большое (0,60) у березы повислой, произрастающей в контрольной зоне, а наименьшее (0,39) – вблизи Кричевского цементного завода (табл. 3).

Таблица 3

Клеточная организация столбчатого мезофилла листа							
Место отбора	Вид	Диаметр клеток в столбчатой паренхиме, мкм		D/d	Поверхность (S) клеток столбчатой паренхимы, мкм ²	Объем клеток губчатой паренхимы, мкм ³	S/V
		D	d				
Красносельский завод стройматериалов	Береза повислая	38,25±5,20	7,87±1,49	4,86	996,76	1861,91	0,53
	Клен остролистный	41,39±5,45	7,82±1,58	5,29	1113,47	1989,86	0,56
Красносельский завод стройматериалов ПП-3 (Росское л-во)	Дуб черешчатый	30,24±5,42	8,52±1,58	3,55	923,44	1724,05	0,54
	Береза повислая	33,62±6,53	8,36±1,45	4,02	993,40	1847,43	0,54
	Клен остролистный	33,05±5,22	9,08±2,10	3,64	1072,75	2141,85	0,50
Красносельский завод стройматериалов (Росское л-во, юго-восточнее от завода)	Береза повислая	37,04±6,99	8,26±1,87	4,48	1067,88	1983,11	0,54
Кричевский ЦЗ ПП-2 (Краснобудское л-во)	Береза повислая	38,12±6,88	11,64±2,10	3,27	1624,94	4109,25	0,39
Кричевский ЦЗ ПП-3 (Краснобудское л-во)	Дуб черешчатый	44,64±6,26	8,70±1,58	5,13	1338,99	2653,70	0,50
	Береза повислая	34,03±5,61	8,28±2,05	4,11	992,94	1832,47	0,54
Костюковичский ЦЗ ПП-1 (Костюковичское л-во)	Липа мелколистная	33,24±3,24	9,52±1,59	3,49	1135,96	2364,07	0,48
	Дуб черешчатый	33,47±5,49	8,35±1,35	4,01	987,72	1833,58	0,51
	Береза повислая	43,78±5,28	9,55±1,69	4,58	1456,97	3137,00	0,46
	Клен остролистный	28,50±4,36	9,13±1,91	3,12	948,63	1866,67	0,51
Костюковичский ЦЗ ПП-5 (Костюковичское л-во)	Дуб черешчатый	40,70±4,15	8,35±1,34	4,87	1177,59	2230,02	0,53
ПП-9 Контроль (Волковысский район)	Береза повислая	36,29±2,92	7,31±0,72	4,96	929,42	1544,77	0,60
	Дуб черешчатый	49,48±8,33	8,48±2,02	5,89	1416,48	2741,85	0,52

Листья дуба черешчатого для анатомического исследования были отобраны на территории трех исследуемых заводов и в контрольной зоне. Анализ результатов показал, что толщина листовой пластинки дуба череш-

частво наибольшего значения достигала в контрольной зоне – 154,58 мкм, а уменьшалась по мере приближения к территории завода. Наименьшая толщина листовой пластинки была у дуба черешчатого, произрастающего вблизи Костюковичского цементного завода, – 106,08 мкм за счет уменьшения толщины верхнего эпидермиса (11,57 мкм), тогда как в контроле величина верхнего эпидермиса достигала 15,24 мкм. Также в контрольной зоне у дуба черешчатого отмечался наибольший коэффициент паренхимности – 1,02. У всех остальных исследуемых нами видов на всех точках отбора высота столбчатой паренхимы была меньше высоты губчатой паренхимы (табл. 1).

Линейные размеры клеток губчатой паренхимы у дуба черешчатого колеблются в пределах: длина от 17,38 до 13,12 мкм; ширина – от 11,27 до 9,22 мкм. Наименьшее значение длины и ширины клеток губчатого мезофилла отмечено у дуба черешчатого в Росском лесничестве (ПП-3), что находится на расстоянии 2 км 300 м от Красносельского завода стройматериалов. Кроме того, в этой точке наименьшим оказались и размеры клеток столбчатой паренхимы – 30,24 мкм. Отмечено также, что размеры клеток губчатого мезофилла листа у дуба черешчатого значительно уступают в размерах клеток губчатого мезофилла у березы повислой.

Столбчатая паренхима дуба черешчатого представлена одним слоем клеток. В контрольной зоне (ПП-9) длина клеток столбчатого мезофилла наибольшая – 49,48 мкм. Вблизи Костюковичского цементного завода (ПП-1) она равна 33,47 мкм и увеличивается по мере удаления от источника эмиссии. Так, на расстоянии 6 км 330 м от завода (ПП-5) длина клетки столбчатой паренхимы увеличивается до 40,71 мкм. Ширина клеток столбчатого мезофилла в точках отбора различается незначительно и колеблется от 8,35 до 8,70 мкм (табл. 3). Что касается площади клеток столбчатой паренхимы, то наибольшая она в контрольной зоне – 1416,48 мкм², наименьшая – вблизи Костюковичского цементного завода (ПП-1) – 987,72 мкм² (табл. 3).

Согласно полученным данным, наименьшей толщиной листовой пластинки (84,01 мкм) из всех исследуемых нами видов древесных растений обладает клен остролистный, произрастающий на территории Костюковичского цементного завода (табл. 1). Это происходит благодаря уменьшению толщины как столбчатого, так и губчатого мезофилла листа. Коэффициент паренхимности в данной точке отбора равен 1,0. Наибольший коэффициент паренхимности отмечен у клена остролистного, произрастающего вблизи Красносельского завода стройматериалов, – 1,18, это свидетельствует об увеличении толщины палисадной паренхимы по сравнению с губчатой. Кроме того, в этой же точке отбора у клена остролистного отмечается наибольшая длина клетки столбчатой паренхимы – 41,39 мкм (табл. 3). Длина клеток губчатой паренхимы у клена остролистного колеблется в пределах 11,38–13,19 мкм, что соответствует самым низким значениям по сравнению с другими исследуемыми нами видами растений (табл. 2).

Липа мелколистная произрастает только вблизи Костюковичского цементного завода, толщина листовой пластинки у нее составляет 113,15 мкм, коэффициент паренхимности – 0,89. Размеры клеток губчатой и столбчатой паренхимы уступают размерам клеток дуба черешчатого и березы повислой (табл. 1–3).

Заключение. Таким образом, на основании исследования анатомической структуры листа 4-х видов древесных растений, произрастающих на различном удалении от цементных заводов, можно сказать, что она играет важную роль в способности растений противостоять повреждающему действию аэротехногенных поллютантов. Согласно нашим исследованиям, береза повислая и дуб черешчатый более устойчивые виды по сравнению с липой мелколистной и кленом остролистным. Это проявляется в приобретении некоторых черт ксероморфности – утолщении листовой пластинки за счет увеличения высоты клеток эпидермиса и мезофилла, увеличении линейных размеров и объема клеток столбчатой и губчатой ткани. У клена остролистного и липы мелколистной отмечаются меньшая толщина листовой пластинки, меньшие размеры клеток столбчатой и губчатой ткани.

Наиболее выраженное действие техногенных выбросов на исследуемые виды древесных растений установлено в районах заводов – Красносельского завода стройматериалов, а также Кричевского и Костюковичского цементных заводов (заводы расположены по мере уменьшения влияния техногенных эмиссий на растения). При удалении от техногенного источника загрязнения анатомические показатели растений улучшаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, М.Г. Экологические предпосылки старения и продолжительности жизни листьев: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08, 03.02.01 / М.Г. Алиев; Дагест. гос. ун-т. – Махачкала, 2010. – 113 с.
2. Борисова, О.В. Влияние аэротехногенного загрязнения на хвойные и лиственные древостои в Новгородской области: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.16 / О.В. Борисова; С.-Петербург. гос. лесотехн. акад. им. С.М. Кирова. – СПб., 2009. – 20 с.
3. Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
4. Сергейчик, С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде / С.А. Сергейчик. – Минск: Наука и техника, 1994. – 279 с.
5. Князева, Е.И. Газоустойчивость растений в связи с их систематическим положением и морфолого-анатомическими и биологическими особенностями / Е.И. Князева // Дымоустойчивые растения и дымоустойчивые ассортименты: сб. работ / Горьков. гос. ун-т, Акад. коммунал. хоз-ва им. К.Д. Памфилова; под общ. ред. Н.П. Красинского. – Горький–М., 1950. – С. 111–179.

6. Красинский, Н.П. Теоретические основы построения ассортиментов газоустойчивых растений / Н.П. Красинский // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые ассортименты: сб. работ / Горьков. гос. ун-т, Акад. коммунал. хоз-ва им. К.Д. Памфилова; под общ. ред. Н.П. Красинского. – Горький–М., 1950. – С. 9–111.
7. Михеева, Н.А. Морфолого-анатомические и кариологические особенности можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в гидроморфных и сукходольных условиях произрастания: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.00.05 / Н.А. Михеева. – Красноярск, 2005. – 25 с.
8. Цельникер, Ю.Л. Физиологические основы теневыносливых древесных растений / Ю.Л. Цельникер. – М.: Наука, 1978. – 215 с.
9. Кахнович, Л.В. Фотосинтетический аппарат и световой режим / Л.В. Кахнович. – Минск: Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1980. – 142 с.

REFERENCES

1. Aliyev M.G. *Ekologicheskiye predposilki stareniya i prodolzhitel'nosti zhizni listyev: dis. ... kand. boil. nauk* [Ecological Preconditions of Ageing and Life Expectancy of Leaves: PhD (Biology) Dissertation], Dagest. gos. un-t, Makhachkala, 2010, 113 p.
2. Borisova O.V. *Vliyaniye aerotekhnogennoy zagryazneniya na khvoyniye i listvenniye drevostoi v Novgorodskoy oblasti: avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Impact of Aero-technogene Pollution on coniferous and greenwoods in Novgorod Region: PhD (Biology) Dissretation Abstract], S.-Peterb. gos. lesotekhn. akad. im. S.M. Kirova, SPb., 2009, 20 p.
3. Nikolayevskiy V.S. *Biologicheskiye osnovy gazoustoichivosti rastenii* [Biological Bases of Gas Resistance of Plants], Novosibirsk, Nauka, 1979, 280 p.
4. Sergeichik S.A. *Ustoichivost drevesnikh rastenii v tekhnogennoy srede* [Resistance of Woody Plants in Technogenic Environment], Minsk, Navuka i tekhnika, 1994, 279 p.
5. Kniazeva E.I. *Dymoustoichivost rastenii i dymoustoichiviye assortimenty: sb. rabot, Gorkovsk. gos. un-t, Akad. kommun. khoz-va im K.D. Pamfilova* [Smoke Resistance and Smoke Resistant Assortments: Collection of Works], Gorki, M., 1950, pp. 111–179.
6. Krasinski N.P. *Dymoustoichivost rastenii i dymoustoichiviye assortimenty: sb. rabot, Gorkovsk. gos. un-t, Akad. kommun. khoz-va im K.D. Pamfilova* [Smoke Resistance and Smoke Resistant Assortments: Collection of Works], Gorki, M., 1950, pp. 9–111.
7. Mikhayeva N.A. *Morfologo-anatomicheskiye i kariologicheskiye osobennosti mozhevelnika obyknovennogo (Juniperus communis L.) v gidromorfnykh i sukhodolnykh usloviyakh proizrastaniya: avtoref. ... dis. kand. biol. nauk* [Morphological and Anatomical and Kariological Features of *Juniperus communis* L. in Hydromorphic and Dry Conditions of Growing: PhD (Biology) Dissertation Abstract], Krasnoyarsk, 2005, 25 p.
8. Tselniker Yu.L. *Fiziologicheskiye osnovy tenevynoslivnykh drevesnikh rastenii* [Physiological Bases of Shade Resistant Woody Plants], M., Nauka, 1978, 215 p.
9. Kakhnovich L.V. *Fotosinteticheskiy apparat i svetovoiy rezhim* [Photosynthetic Apparatus and Light Regime], Minsk, Izd-vo BGU im. V.I. Lenina, 1980, 142 p.

Поступила в редакцию 18.10.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: alla_nik77@mail.ru – Николайчук А.М.

Оценка функционального состояния и физической работоспособности студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военно-учетную специальность

Т.Ю. Крестьянинова, А.В. Жуков, Ю.В. Гапоненко

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

В статье представлены данные о функциональном состоянии и физической работоспособности студентов факультета физической культуры и спорта.

Цель – оценка функционального состояния и резервов организма студентов, получающих дополнительную военно-учетную специальность.

Материал и методы. В исследовании принимали участие 28 юношей, студентов факультета физической культуры и спорта ВГУ имени П.М. Машерова, в возрасте 18–20 лет. Обследования проводились после основной учебной нагрузки во время занятий по военной подготовке.

При этом был использован ПАК «Омега-М» с расшифровкой и оценкой всех параметров, предназначенный для динамического контроля функционального и физического состояния организма.

Результаты и их обсуждение. Средний показатель частоты пульса у обследованных студентов составляет $68,6 \pm 8,4$ ударов в минуту.

В соответствии с практикой трактовки и интерпретации результатов обследований с применением комплекса «Омега» показатели состояния организма клинически здоровых юношей являются хорошими. При анализе гистограммы был выявлен доминирующий уровень функционирования синусного узла. Индекс напряжения регуляторных систем соответствует норме и свидетельствует об отсутствии стрессового воздействия. Психоэмоциональное состояние студентов находится в интервале 61–80%, что интерпретируется как хорошее, активность в норме.

Заключение. Таким образом, исходное функциональное состояние студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военную специальность, по данным ПАК «Омега-М», соответствует оценке «хорошо», что свидетельствует о нормальном состоянии регуляторных систем и об отсутствии стрессорной нагрузки, что позволяет им получать дополнительную военную специальность без ущерба для здоровья.

Ключевые слова: функциональное состояние, физическая работоспособность, психоэмоциональное состояние, учебная нагрузка.

Assessment of Functional Status and Physical Capacity of Sports Students who Minor in Military Training

T.Yu. Krestyaninova, A.V. Zhukov, Yu.V. Gaponionok

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

Data on functional status and physical capacity of sports students are presented in the article.

The purpose of the research is assessment of functional status and body reserves of students who minor in military training.

Material and methods. Twenty eight 18 to 20 year old male Physical Training and Sports students of Vitebsk State University were examined. Examinations took place after main academic classes, during military training classes.

PAC «Omega-M» was used followed by reading and assessment of all the parameters. PAC «Omega-M» is used to dynamically control functional and physical status of the body.

Findings and their discussion. The examined students' average indicator of pulse rate is $68,6 \pm 8,4$ per minute.

In accordance with the practice of interpreting the examination results applying «Omega» complex the indicators of body status of clinically healthy male students is good. Analysis of the histogram indicated dominating level of sinus knot functioning. Regulatory systems tension index corresponds to the norm and testifies to the absence of stress impact. The students' psychoemotional state is within 61–80%, which is interpreted as good, active level is normal.

Conclusion. Thus, initial functional status of Sports students minoring in Military training, according to PAC «Omega-M», is assessed as good which demonstrates normal state of regulatory systems and absence of stress load, which makes it possible for them to get additional profession without any health damage.

Key words: functional status, physical capacity, psychoemotional state, academic pressures.

Функциональное состояние студентов непосредственно связано с учебной нагрузкой. Темпы сегодняшней жизни молодежи и социально-экономические условия мотивируют студентов-юношей к дополнительной подготовке на военной кафедре по одной из военно-учетных специальностей. Происходит увеличение суммарной учебной нагрузки, что ставит перед высшей школой задачу радикальной, физиологически обоснованной организации режима обучения, позволяющего повышать уровень знаний студентов при оптимальных физиологических затратах, тем самым сохранять здоровье и высокую работоспособность. Интеллектуальная продуктивность и физическая работоспособность определяются характером умственной деятельности – сложностью, общим объемом и временем ее выполнения.

Учебная нагрузка студента вуза должна составлять 36 часов в неделю. Получение военно-учетной специальности увеличивает это время, особенно в зачетный и предэкзаменационный периоды, когда, помимо подготовки к текущим занятиям, студентам приходится готовиться к сдаче очередного зачета или экзамена. Самостоятельная подготовка к очередному экзамену увеличивает время умственного труда до 8–10 часов в день и более. Ряд авторов при изучении изменений функционального состояния у студентов под воздействием различных видов учебной нагрузки приходят к выводу, что работоспособность к концу недели сохраняется за счет напряжения физиологических функций, увеличения «физиологической цены», которой расплачивается организм за усиленную умственную деятельность [1]. В условиях психоэмоционального напряжения, связанного с выполнением учебной деятельности, требующей особого напряжения, ответственности и внимания при проведении занятий на военной кафедре, возникает возможность развития состояния утомления и снижения работоспособности [2]. Показано, что умственная работоспособность неотделима от общего функционального состояния организма, при нормальном состоянии которого возможны максимальные результаты умственной деятельности [1].

Большинство существующих в настоящее время методов оценки функционального состояния организма характеризуется узконаправленным спектром выявляемой информации и невозможностью интегрального суждения о состоянии организма в целом. Интерес представляет получение информации о физиологическом состоянии организма посредством выявления интегральных характеристик отдельных биологических сигналов с их последующей обработкой и выделением соответствующих алгоритмов. Эта возможность вытекает из представлений об информационном единстве внутриорганизменных связей, что дает основание использовать биологические сигналы для интегрального суждения не только о состоянии конкретного органа, являющегося источником данного сигнала, но и о состоянии иных органов, систем органов и организма как единого целого.

Для оценки адаптации организма к изменяющимся условиям среды применяется анализ вариабельности сердечного ритма, позволяющий количественно охарактеризовать активность различных отделов автономной нервной системы через их влияние на функцию синусового узла. Исследования автономной регуляции сердечного ритма подтверждают, что колебания статистических характеристик вариабельности сердечного ритма во временной динамике раньше, чем другие функциональные показатели, сигнализируют о чрезмерности нагрузки, так как нервная и гуморальная регуляция кровообращения предшествуют энергетическим, метаболическим и гемодинамическим нарушениям. Особое внимание среди множества типологических особенностей человека при характеристике работы сердца и адаптационных возможностей организма исследователи уделяют типу автономной нервной регуляции. При определении состояния автономной нервной регуляции человека обычно говорят о преобладании симпатических или парасимпатических нервных влияний [3].

Цель статьи – оценка функционального состояния и резервов организма студентов, получающих дополнительную военно-учетную специальность, с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М».

Материал и методы. В исследовании принимали участие 28 юношей, студентов факультета физической культуры и спорта ВГУ имени П.М. Машерова, в возрасте 18–20 лет. Обследования проводились после основной учебной нагрузки во время занятий по военной подготовке в 15–16 часов в изолированном помещении при отсутствии посторонних раздражителей в положении сидя. Регистрация 300 кардиоциклов осуществлялась во втором стандартном отведении электрокардиограммы. Обследования проводены при участии лаборанта кафедры теории и методики физической культуры и спортивной медицины Ю.А. Петровича.

Использован программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Омега-М», предназначенный для динамического контроля функционального и физического состояния организма, с расшифровкой и оценкой всех параметров, характеризующих текущее состояние организма. ПАК «Омега-М». В основу работы комплекса положен математический анализ биоритмологических характеристик функциональных процессов, протекающих в организме человека в настоящий момент времени с возможностью прогнозирования динамики в ближайшие сутки. Технология обследования базируется на данных регистрации электрокардиограммы в любом из стандартных отведений, с последующим распознаванием и измерением RR-интервалов, построением динамических рядов кардиоинтервалов и анализом полученных числовых рядов различными математическими методами. Важной особенностью комплекса является объективная характеристика состояния организма в процентах от возможного уровня в 100%. Программный компьютерный анализ электрокардосигналов содержит информацию о четы-

рех уровнях управления функциональным состоянием организма. Первый уровень, периферический или автономный контур регуляции, опосредуется парасимпатической иннервацией. Рабочими структурами контура являются синусовый узел, блуждающие нервы и их ядра в продолговатом мозге. Второй, более высокий уровень формирует внутрисистемный гомеостаз. В нем ведущую роль играют подкорковые нервные центры, в частности, вазомоторный центр. Третий уровень регуляции обеспечивает межсистемный гомеостаз, реализуемый высшими вегетативными центрами (в т.ч. гипоталамо-гипофизарной системой). Четвертый уровень управления функциональным состоянием организма осуществляется с помощью центральной нервной системы, которая корректирует функциональную активность организма под воздействием окружающей среды. Второй, третий и четвертый уровни относятся к центральному контуру регуляции сердечным ритмом [3]. Для обработки результатов исследования использовалась программа Excel.

Результаты и их обсуждение. В табл. представлены данные обследования студентов в начале занятия на военной кафедре, в состоянии покоя.

Таблица

Показатели функционального состояния организма студентов в начале занятия

Показатели (n = 28)	M+m
1. Пульс (ударов в мин)	68,6±8,4
2. А – уровень адаптации организма (%)	72,4±9,7
3. В – показатель вегетативной регуляции (%)	87,5±12,1
4. С – показатель центральной регуляции (%)	65,5±17,2
5. D – психоэмоциональное состояние (%)	65,4±15,0
6. Health – интегральный показатель состояния (%)	72,7±13,6
7. Средний RR-интервал, мс	883,5±104,3
8. ИВР – индекс вегетативного равновесия, у.е.	98,4±23,6
9. ВПР – вегетативный показатель ритма, у.е.	0,3±0,1
10. ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции, у.е.	32,4±9,4
11. ИН – индекс напряженности, у.е.	59,7±6,2
12. 1k-значение коэффициента корреляции после первого сдвига	0,6±0,2
13. mO	28,1±9,1
14. A _{mo} – амплитуда моды, %	27,1±5,6
15. Mo – мода, мс	0,86±0,11
16. dX – вариационный размах, мс	0,29±0,05
17. SKO – среднее квадратичное отклонение, мс	61,3±14,8
18. N SKO	135,5±100,8
19. B1 – уровень регуляции, %	87,5±12,1
20. B2 – резервы регуляции, %	68,9±14,9
21. HRV index – триангулярный индекс	14,2±3,3
22. HRV index 40	71,7±3,8
23. NN50 – количество пар соседних RR-интервалов < 50 мс	94,1±58,2
24. pNN50, %	32,3±20,1
25. S _{SD} – стандартное отклонение разностей соседних RR-интервалов, мс	0,04±0,02
26. RMS _{SD} – стандартное отклонение разностей RR-интервалов от их средней арифметической, мс	52,7±23,6
27. WN1_8	0,19±0,04
28. WN1_40	0,3±0,1
29. WN5_8	0,03±0,02
30. WN5_40	0,22±0,05
31. WAM5_8	0,2±0,1
32. WAM5_40	0,31±0,06
33. WAM10_8	0,20±0,05
34. WAM10_40	0,30±0,06
35. HF – высокие частоты, мс ²	1240,1±129,6
36. LF – низкие частоты, мс ²	1095,7±575,0
37. LF/HF	1,88±1,96
38. Total – полный спектр частот	3550,0±1868,5

Окончание табл.	
39. C1 – уровень компенсации (%)	65,5±17,2
40. C2 – резервы компенсации (%)	69,8±17,8
41. Коды с нарушенной структурой, (%)	6,41±16,84
42. Коды с измененной структурой, (%)	49,56±27,77
43. Коды с нормальной структурой, (%)	44,03±30,10
44. Показатель анаболизма, у.е.	130,0±58,7
45. Энергетический баланс	1,17
46. Показатель катаболизма, у.е.	127,2±65,01
47. Показатель Z	0,45±0,15
48. D1 – уровень управления (%)	65,4±15,0
49. D2 – резервы управления (%)	63,1±18,0

Средний показатель частоты пульса у студентов составляет $68,6 \pm 8,4$ ударов в минуту. В соответствии с практикой трактовки и интерпретации результатов обследований с применением комплекса «Омега» показатели: А – уровня адаптации сердечно-сосудистой системы, В – показателя вегетативной регуляции, С – показателя центральной регуляции, D – психоэмоционального состояния, H (Health) – интегрального показателя функционального состояния организма, C1 – уровня и C2 – резервов компенсации, B1 и B2 – уровней и резервов регуляции, D1 и D2 – саморегуляции – оцениваются в процентах от нуля до ста с градациями 20%. Заключение о хорошем функциональном состоянии организма делается при превышении 60% – 4 балла по пятибалльной шкале, отличным – свыше 80% (5 баллов). Исходя из этих критериев, можно сделать вывод, что функциональное состояние организма клинически здоровых юношей является хорошим.

При анализе гистограммы были получены следующие данные: Мода (Mo) – это наиболее часто встречающееся значение RR. Она указывает на доминирующий уровень функционирования синусного узла. При симпатотонии мода минимальна, при ваготонии – максимальна. В норме значение моды колеблется от 0,7 до 0,9. В нашем исследовании – $0,86 \pm 0,11$.

Амплитуда моды (АМо) – отношение количества RR-интервалов со значениями, равными Мо к общему количеству RR-интервалов в процентах. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен, в основном, степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы. Данный показатель отражает степень ригидности ритма. Его нормальные значения равны 30–50%. Увеличение АМо будет свидетельствовать о преобладании симпатических влияний на синусный узел и значительной ригидности ритма. При ваготонии данный показатель имеет тенденцию к уменьшению его числового значения. Амплитуда моды в нашем исследовании составляет $27,1 \pm 5,6$.

Вариационный размах (BP) вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями RR-интервалов (ширина основания гистограммы). Физиологический смысл BP обычно связан с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде. Чем он выше, тем сильнее выражено влияния вагуса на ритм сердца. Нормальные значения BP – от 0,15 до 0,45. В данном исследовании вариационный размах составляет $0,29 \pm 0,05$.

HRV-index – триангулярный индекс ВРС, вычисляется по гистограмме, построенной с интервалом в 8 мс, путем деления общего числа анализируемых RR-интервалов на частоту встречаемости RR, соответствующего моде. Составляет $14,2 \pm 3,3$.

Интересными представляются показатели индекса вегетативного равновесия (ИВР). Он указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Увеличение ИВР свидетельствует о преобладающем влиянии симпатического отдела вегетативной нервной системы. В нашем случае он составляет $98,4 \pm 33,6$, что соответствует норме. Индекс напряженности (ИН) отражает степень централизации управления сердечным ритмом, нормативное значение, по данным ПАК «Омега», составляет от 10–100. Активация центрального контура, усиление симпатической регуляции во время психических или физических нагрузок проявляются стабилизацией ритма, уменьшением разброса длительностей кардиоинтервалов, увеличением количества однотипных по длительности интервалов. Этот показатель чрезвычайно чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Анализ показателей variability сердечного ритма говорит о равновесии симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы.

Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) отражает соответствие между активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла, составляет $32,4 \pm 9,4$.

Вегетативный показатель ритма позволяет судить о вегетативном балансе с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции. Чем выше эта активность, т.е. чем меньше величина ВПР, тем в большей мере вегетативный баланс смещен в сторону преобладания парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Нормальные значения ВПР – 0,25–0,6. В нашем случае – 0,3±0,1.

Индекс напряжения регуляторных систем (нормальные значения ИН – 10–100) отражает степень централизации управления сердечным ритмом и характеризует, в основном, активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Этот показатель получил широкое применение в спортивной медицине, физиологии труда, а также в клинике. При эмоциональном стрессе и физической работе у здоровых людей значения ИН увеличиваются до 300–500 единиц, а у людей старшего возраста со сниженными резервами такие значения наблюдаются в покое. В нашем исследовании он составил 59,7±6,2, что соответствует норме и свидетельствует об отсутствии стрессового воздействия.

Статистический анализ, выполненный ПАК «Омега-М», показал, что RRNN (средняя длительность интервалов R-R) отражает конечный результат многочисленных регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы, составляя 94,1±58,2. SDNN (стандартное отклонение величин нормальных RR-интервалов) – 52,7±23,6. SDNN является интегральным показателем, характеризующим вариабельность ритма сердца в целом, и зависит от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов ВНС. Увеличение или уменьшение этого показателя говорит о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов ВНС. Уменьшение SDNN связывают с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. Резкое снижение SDNN объясняют значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высокие уровни управления и это ведет к почти полному подавлению активности автономного контура.

Число пар последовательных RR-интервалов, различающихся более чем на 50 мс (NN50), – 94,1±5,2. Их процент от числа всех анализируемых кардиоинтервалов (pNN50) – 32,3±2,1.

По данным спектрального анализа, высокие частоты (HF – High Frequency): 0,15–0,40 Гц (быстрые колебания) – составляли 1240,1±129,6. Они отражают влияние парасимпатического отдела ВНС на модуляцию сердечного ритма; низкие частоты (Low Frequency – LF): 0,04–0,15 Гц (медленные колебания), выявляющие преимущественно влияние симпатико-адреналовой системы, – составили 1095,7±575,0.

Психозомоциональное состояние студентов находится в интервале 61–80%, что интерпретируется как хорошее, активность в норме.

Заключение. Таким образом, исходное функциональное состояние студентов факультета физической культуры и спорта, получающих дополнительную военную специальность, по данным ПАК «Омега-М», находится в пределах оценки «хорошо» и соответствует нормальным значениям показателей вегетативной и центральной регуляции, функциональных резервов организма, характеризуется хорошим психозомоциональным состоянием и активностью регуляторных систем.

Анализ результатов обследования данных студентов позволяет заключить следующее:

- исходное функциональное состояние студентов, по данным ПАК «Омега-М», соответствует оценке «хорошо», что свидетельствует о нормальном состоянии регуляторных систем и об отсутствии стрессорной нагрузки;
- психозомоциональное состояние студентов находится в интервале 61–80%, что интерпретируется как хорошее, активность в норме;
- студенты факультета физической культуры и спорта имеют хорошее функциональное состояние и уровень адаптации, что позволяет им получать дополнительную военную специальность без ущерба для здоровья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филонов, В.П. Здоровьесбережение учащихся – приоритетное направление в работе белорусской школы / В.П. Филонов, Н.Ф. Фарино // *Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр.* – Минск, 2009. – Вып. 14. – С. 629–632.
2. Круглень, В.А. Оценка изменения функционального состояния студентов за время занятий по ПАК «Омега-М» / В.А. Круглень // *Проблемы здоровья и экологии.* – 2010. – № 4(26). – С. 141–144.
3. Алгоритм диагностического применения программно-аппаратного комплекса «Омега-С» в спортивной медицине: монография / Ю.Э. Питкевич, Е.А. Лосицкий, Г.М. Загородный, О.А. Ярошевич. – Гомель: Гомел. гос. мед. ун-т, 2010. – 160 с.

REFERENCES

1. Filonov V.P., Farina N.F. *Zdorovye i okruzhayushchaya sreda: sb. nauch. trudov* [Health and Environment: Collection of Research Papers], Mn., 2009, 14, pp. 629–632.
2. Kruglenia V.A. *Problemy zdoroviya i ekologii* UO «Gomelski gosudarstvenniy universitet» [Issues of Health and Ecology UO «Gomel State Medical University»], Gomel, 2010, 4(26), pp. 141–144.
3. Pitkevich Yu.E., Lositski E.A., Zagorodni G.M., Yaroshevich O.A. *Algoritm diagnosticheskogo primeneniya programmo-apparatnogo kompleksa «Omega-S» v sportivnoi meditsine: monografiya* [Algorithm of Diagnostic Application of Program and Apparatus Complex «Omega-S» in Sports Medicine: Monograph], Gomel, Gomelski gosudarstvenniy med. universitet, 2010, 160 p.

Поступила в редакцию 03.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: ktmfiskism@vsu.by – Крестьянинова Т.Ю.

Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость взрослого городского населения бронхиальной астмой

М.А. Щербакова

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

Качество атмосферного воздуха промышленного города во многом определяет состояние здоровья населения и является ведущим, активно действующим этиологическим фактором в развитии заболеваний, в первую очередь органов дыхания.

Цель статьи – определение влияния эколого-гигиенических показателей загрязнения атмосферного воздуха на уровни заболеваемости бронхиальной астмой взрослого населения г. Витебска.

Материал и методы. Оценивалось влияние 20 комплексных и отдельных показателей загрязнения атмосферного воздуха на уровни заболеваемости (общей и первичной) бронхиальной астмой всего городского и взрослого городского населения на основе корреляционного анализа.

Результаты исследований были статистически обработаны с применением профессионального пакета прикладных программ STATISTICA, версия 6.0 (StatSoft, USA), Biostat 4.03, MS Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Выявлены статистически значимые связи между 20 комплексными и отдельными показателями загрязнения атмосферного воздуха с уровнями заболеваемости бронхиальной астмой взрослого городского населения. Комплексный показатель загрязнения воздуха «Р» значимо коррелировал с уровнями первичной заболеваемости всего городского ($r=0,97$, $p=0,01$) и взрослого ($r=0,91$, $p=0,03$) населения бронхиальной астмой.

Заключение. На развитие бронхиальной астмы влияют такие аэрополлютанты, как формальдегид, растворимые сульфаты, оксид азота(IV) ($r>0,9$). На уровни заболеваемости бронхиальной астмой наиболее выраженное воздействие оказывают следующие показатели загрязнения атмосферного воздуха: максимальные уровни, зафиксированные в промышленной зоне; максимальные розовые концентрации; комплексный показатель загрязнения.

Ключевые слова: атмосферный воздух, бронхиальная астма, поллютанты, дыхательная система, взрослое население.

Impact of Atmospheric Air Pollution on Bronchial Asthma Sickness Rate of Adult Urban Population

M.A. Shcherbakova

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

Quality of an industrial city atmospheric air influences people's health to a great extent and is a leading and active etiological factor in the development of respiration organs diseases.

The purpose is to assess the impact of ecological and hygienic parameters of atmospheric air pollution on bronchial asthma sickness rate of urban population of the City of Vitebsk.

Material and methods. Impact of 20 complex and individual parameters of atmospheric air pollution on (general and primary) bronchial asthma sickness rates of all urban adult population on the basis of correlation analysis was assessed.

The research findings were statistically processed with the application of the professional applied STATISTICA program, version 6.0 (StatSoft, USA), Biostat 4.03, MS Excel 2003.

Findings and their discussion. Statistically relevant links between 20 complex and separate parameters of atmospheric air pollution with levels of bronchial asthma sickness rate of urban population are identified. The complex parameter of air pollution «R» correlated with the levels of primary bronchial asthma sickness rate of the whole urban population ($r=0,97$, $p=0,01$) as well as adult population ($r=0,91$, $p=0,03$).

Conclusion. Relevant impact on the development of bronchial asthma is on the part of such air pollutants as formaldehyde, soluble sulfates, nitrogen oxide(IV) ($r>0,9$). Bronchial asthma sickness rates are mostly influenced by the following atmospheric air pollution parameters: maximal levels found in industrial areas; maximal single concentrations; the complex pollution parameter.

Key words: atmospheric air, bronchial asthma, pollutants, respiratory system, adult population.

Качество атмосферного воздуха промышленного города во многом определяет состояние здоровья населения и является ведущим, активно действующим этиологическим фактором в развитии заболеваний, в первую очередь органов дыхания. Органы дыхания, являясь открытой системой, находятся на первой линии защиты организма от неблагоприятного влияния факторов внешней среды. Загрязнение воздушного бассейна города – причина возникновения и развития различных форм заболеваний среди населения, на их долю приходится до 50% всех экологически обусловленных болезней. Набор приоритетных форм экологически зависимых болезней в городах определяется комплексным воздействием всех загрязнителей атмосферного воздуха [1–3].

В многочисленных эпидемиологических исследованиях установлены прямые корреляционные связи между высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и частотой заболеваний легких. Эти заболевания обусловлены содержанием в воздухе фенола, ацетона, толуола, формальдегида, марганца, оксида азота. Многие авторы связывают острые и рецидивирующие заболевания органов дыхания с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха [3–6].

В.Д. Суржиковым, А.М. Олещенко и Д.В. Суржиковым (2003) были изучены риски для здоровья различных групп населения под влиянием загрязнений атмосферы. Значительно детерминирована связь общего загрязнения атмосферного воздуха с заболеваемостью пневмониями, ангинами и ОРЗ. Наибольшее влияние на уровень смертности от болезней органов дыхания оказывали пыль и сернистый газ [1; 4; 7; 8].

При проведении эпидемиологических исследований установлено, что существует сильная степень прямой линейной связи между уровнем загрязнения атмосферного воздуха (Р) и болезнями верхних дыхательных путей у населения. Согласно данным литературы, минимальный эффективный уровень суммарного загрязнения, с которого начинается рост заболеваемости органов дыхания, колеблется от 1,6 до 3,6 Р при расчете по годовым концентрациям [3; 9].

Возникновение и характер бронхиальной астмы во многом определяется факторами окружающей среды. Среди факторов, влияющих на обострение бронхиальной астмы, наряду с погоднo-климатическими и социально-экономическими условиями труда, выделяют химические атмосферные загрязнители. Антропогенные загрязнители атмосферного воздуха относятся к триггерным экологическим факторам, действующим на больных БА. Их влияние является неспецифическим. Они, действуя на преформированные бронхи, влияют на течение болезни, повышают частоту приступов и снижают длительность межприступных периодов [2; 8; 10; 11].

Увеличение концентрации оксида серы(IV) до 0,1–0,2 мг/м³ в комбинации с концентрацией 250 мг/м³ взвешенных частиц в течение длительного периода приведет к ухудшению симптомов бронхиальной астмы (БА) [12; 13].

Однако однозначная связь между загрязнителями атмосферы и обострениями бронхолегочной патологии выявляется только при острых воздействиях химических веществ в больших концентрациях. При хроническом воздействии относительно небольших концентраций химических веществ она прослеживается с трудом или вообще отсутствует. В последнем случае наиболее важны такие загрязнители атмосферы, как дисперсные частицы, аммиак, оксиды серы и азота, формальдегид и некоторые другие, которые распространены во всех регионах мира. Существует мнение, что концентрации указанных химических веществ – маркер экологического неблагополучия, с которым связан рост бронхолегочной патологии, выявляемой при эпидемиологических исследованиях, причем важную роль играет комплексный характер их влияния [1; 3; 7; 14].

Наряду с большим числом конкретных данных изучения окружающей среды и человека до настоящего времени отсутствует целостное представление о биологическом воздействии аэрополлютантов на организм человека. Адаптация и оценка адекватных и неадекватных изменений в организме, вызванных воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, остаются одними из наиболее актуальных [3; 6; 14].

Цель статьи – определение влияния эколого-гигиенических показателей загрязнения атмосферного воздуха на уровни заболеваемости бронхиальной астмой взрослого населения г. Витебска.

Материал и методы. Решением задач, поставленных в работе, оценивалось эколого-гигиеническое состояние атмосферного воздуха промышленного города (на примере г. Витебска). Рассчитывались комплексные и анализировались отдельные показатели загрязнения атмосферного воздуха поллютантами. Формировалась база данных 20 комплексных и отдельных количественных показателей загрязнения атмосферного воздуха за пять лет. Параллельно создавалась база данных общей и первичной заболеваемости всего городского и взрослого городского населения Витебска бронхиальной астмой за пять лет [1; 14].

Оценивалось влияние 20 комплексных и отдельных показателей загрязнения атмосферного воздуха на уровни заболеваемости (общей и первичной) бронхиальной астмой всего городского и взрослого городского населения на основе корреляционного анализа.

Оценка санитарно-экологической ситуации в г. Витебска проводилась на основе данных мониторинга фактических уровней концентраций аэрополлютантов, зарегистрированных на 4 стационарных постах наблюдения ГУ «Витеблгидромет» г. Витебска (типа «ПОСТ-1»), ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии

и общественного здоровья». На основании результатов проб воздуха осуществлялись расчет по формулам комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха и формирование электронной базы данных количественных показателей загрязнения атмосферного воздуха, эпидемиологический анализ и создание электронной базы заболеваемости городского населения болезнями органов дыхания, а также статистические исследования [1; 3; 14].

Эколого-эпидемиологический анализ состояния дыхательной системы населения г. Витебска включал анализ заболеваемости (общей и первичной) всего городского и взрослого городского населения г. Витебска бронхиальной астмой. Анализ заболеваемости БА по обращаемости населения основывается на данных официальной медицинской статистики, содержащихся в отчетных формах лечебно-профилактических учреждений г. Витебска. Сравнительный анализ заболеваемости БА населения в г. Витебске осуществлен на основании данных официальной государственной статистической отчетности – форма № 12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в г. Витебске» (сводный отчет). Выкопировка первичной информации проводилась на глубину пяти лет.

Результаты исследований статистически обработаны с применением профессионального пакета прикладных программ STATISTICA, версия 6.0 (StatSoft, USA), Biostat 4.03, MS Excel 2003.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха. Использованы данные мониторинга фактических уровней концентраций аэрополлютантов на 4 стационарных постах наблюдения ГУ «Витоблгидромет» г. Витебска (типа «ПОСТ-1»), которые расположены в районах, приблизительно соответствующих административно-территориальному делению промышленного центра: пост № 2 (ул. М. Горького, 42), пост № 3 (ул. Чкалова, 14), пост № 4 (проспект Людникова), пост № 5 (ул. Космонавтов, 15). Пост № 5 расположен в промышленной зоне г. Витебска.

На стационарных постах проводились наблюдения за основными загрязняющими веществами (взвешенные вещества, оксиды серы(IV) и азота(IV), оксид углерода(II)), а также специфическими веществами (формальдегид, аммиак, фенол, сероводород, сероуглерод). Качество воздуха при мониторинге оценивается на основании ежедневных (2–3-кратных) измерений на постах мониторинга. По результатам наблюдений рассчитывается средняя концентрация примеси в воздухе (за сутки, месяц, год), фиксируются наибольшая наблюдаемая концентрация примеси в воздухе (за различные сроки), повторяемость разовых концентраций в воздухе выше ПДК, число случаев разовых концентраций примесей, превышающих ПДК. Проведены расчеты среднегодовых и максимальных разовых концентраций и оценка динамики загрязнения атмосферного воздуха по районам и г. Витебску. Получены данные о количественном и качественном составе выбросов, выделены приоритетные вещества, определена кратность превышения ПДК [1; 3; 14].

Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха г. Витебска поллютантами и корреляционного анализа использовались следующие показатели:

- 1) среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 2) максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, зафиксированные в промышленной зоне ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 3) среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, зафиксированные в промышленной зоне (пост № 5) г. Витебска с учетом среднемесячных концентраций загрязняющих веществ ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 4) максимальные уровни загрязнения атмосферного воздуха, зафиксированные в промышленной зоне (пост № 5) г. Витебска с учетом среднемесячных концентраций вредных веществ ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 5) минимальные уровни загрязнения атмосферного воздуха, зафиксированные в промышленной зоне (пост № 5) г. Витебска с учетом среднемесячных концентраций вредных веществ ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 6) максимальные уровни загрязнения атмосферного воздуха г. Витебска с учетом среднемесячных концентраций вредных веществ ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 7) минимальные уровни загрязнения атмосферного воздуха г. Витебска с учетом среднемесячных концентраций вредных веществ ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 8) максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Витебска ($\text{мкг}/\text{м}^3$);
- 9) комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) г. Витебска;
- 10) ИЗА взвешенными веществами;
- 11) ИЗА оксидом серы(IV);
- 12) ИЗА оксидом углерода(II);
- 13) ИЗА оксидом азота(IV);
- 14) ИЗА аммиаком;
- 15) ИЗА фенолом;
- 16) ИЗА формальдегидом;
- 17) ИЗА оксидом азота(II);

18) суммационный эффект (сумма концентраций в долях ПДК) (по М.К. Ермаковой, В.И. Ощепкову, И.И. Балаболкину, 2000 г.);

19) коэффициент суммарного загрязнения воздуха (по Л.Г. Стамовой, Е.А. Чесноковой, 2005 г.);

20) комплексный показатель загрязнения «Р» (по Ф.Ф. Даутову, 1985 г.).

Данные показатели рассчитывали по нижеприведенным формулам (1–12).

Суммационный эффект (сумма концентраций в долях ПДК) (по М.К. Ермаковой, В.И. Ощепкову, И.И. Балаболкину, 2000) [1; 14]:

$$\text{СУММАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3}, \quad (1)$$

где C_1 – концентрация оксида углерода(II);

C_2 – концентрация оксида азота(IV);

C_3 – концентрация оксида серы(IV);

ПДК₁, ПДК₂, ПДК₃ – соответственно ПДК этих веществ.

Суммарное загрязнение воздуха (коэффициент суммарного загрязнения воздуха) (по Л.Г. Стамовой, Е.А. Чесноковой, 2005) (K_{сум}) [1]:

$$K_{\text{сум}} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1 \cdot 0,75} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2 \cdot 0,75} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3 \cdot 1,0} + \frac{C_4}{\text{ПДК}_4 \cdot 2,0}, \quad (2)$$

где $K_{\text{сум}}$ – коэффициент суммарного загрязнения воздуха;

C_{1-4} – концентрации веществ, соответствующих I–IV классу опасности;

ПДК₁₋₄ – ПДК веществ, соответствующих I–IV классу опасности.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{\text{ср.с.}i}}{\text{ПДК}_{\text{ср.с.}i}} \right) \cdot K_i, \quad (3)$$

где n – количество загрязняющих веществ;

$q_{\text{ср.с.}i}$ – среднесуточные концентрации i -того вещества;

ПДК_{ср.с.}i} – предельно допустимые среднесуточные концентрации i -того вещества;

K_i – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -тым веществом к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы взвешенными веществами (ИЗА_{взв.в.}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{взв.в.}} = \frac{q_{\text{ср.взв.в.}}}{\text{ПДК}_{\text{ср.с.взв.в.}}} \cdot 1,0, \quad (4)$$

где $q_{\text{взв.в.}}$ – среднесуточные концентрации взвешенных веществ;

ПДК_{ср.с.взв.в.} – предельно допустимые среднесуточные концентрации взвешенных веществ;

1,0 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха взвешенными веществами к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы оксидом серы(IV) (ИЗА_{SO₂}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{SO}_2} = \frac{q_{\text{ср.}SO_2}}{\text{ПДК}_{\text{ср.с.}SO_2}} \cdot 1,0, \quad (5)$$

где $q_{\text{ср.}SO_2}$ – среднесуточные концентрации SO_2 ;

ПДК_{ср.с.}SO₂} – предельно допустимые среднесуточные концентрации SO_2 ;

1,0 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха SO_2 к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы оксидом углерода(II) (ИЗА_{CO}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{CO}} = \frac{q_{\text{ср.}CO}}{\text{ПДК}_{\text{ср.с.}CO}} \cdot 0,85, \quad (6)$$

где $q_{\text{ср.}CO}$ – среднесуточные концентрации CO ;

ПДК_{ср.с.}CO} – предельно допустимые среднесуточные концентрации CO ;

0,85 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха CO к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы оксидом азота(IV) (ИЗА_{NO₂}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{NO}_2} = \frac{q_{\text{ср. NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{ср. NO}_2}} \cdot 1,3, \quad (7)$$

где $q_{\text{ср. NO}_2}$ – среднесуточные концентрации NO_2 ;

$\text{ПДК}_{\text{ср. NO}_2}$ – предельно допустимые среднесуточные концентрации NO_2 ;

1,3 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха NO_2 к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы аммиаком (ИЗАНH₃) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{NH}_3} = \frac{q_{\text{ср. NH}_3}}{\text{ПДК}_{\text{ср. NH}_3}} \cdot 0,85, \quad (8)$$

где $q_{\text{ср. NH}_3}$ – среднесуточные концентрации NH_3 ;

$\text{ПДК}_{\text{ср. NH}_3}$ – предельно допустимые среднесуточные концентрации NH_3 ;

0,85 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха NH_3 к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы фенолом (ИЗА_{фенол}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{фенол}} = \frac{q_{\text{ср. фенол}}}{\text{ПДК}_{\text{ср. фенол}}} \cdot 1,3, \quad (9)$$

где $q_{\text{ср. фенол}}$ – среднесуточные концентрации фенола;

$\text{ПДК}_{\text{ср. фенол}}$ – предельно допустимые среднесуточные концентрации фенола;

1,3 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха фенолом к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы формальдегидом (ИЗА_{формальдегид}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{формальдегид}} = \frac{q_{\text{ср. формальдегид}}}{\text{ПДК}_{\text{ср. формальдегид}}} \cdot 1,3, \quad (10)$$

где $q_{\text{ср. формальдегид}}$ – среднесуточные концентрации формальдегида;

$\text{ПДК}_{\text{ср. формальдегид}}$ – предельно допустимые среднесуточные концентрации формальдегида;

1,3 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха формальдегидом к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Индекс загрязнения атмосферы оксидом азота(II) (ИЗА_{NO}) [1]:

$$\text{ИЗА}_{\text{NO}} = \frac{q_{\text{ср. NO}}}{\text{ПДК}_{\text{ср. NO}}} \cdot 1,0, \quad (11)$$

где $q_{\text{ср. NO}}$ – среднесуточные концентрации NO ;

$\text{ПДК}_{\text{ср. NO}}$ – предельно допустимые среднесуточные концентрации NO ;

1,0 – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха NO к степени загрязнения воздуха оксидом серы(IV).

Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха «Р» (P) [1]:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}, \quad (12)$$

где n – количество загрязняющих веществ;

P – комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (сумма квадратов нормированных по ПДК концентраций);

K – кратность превышения ПДК;

ПДК – предельно допустимые концентрации вредного вещества.

Результаты и их обсуждение. Выявлена прямая корреляционная зависимость между среднегодовыми концентрациями фенола в атмосферном воздухе и уровнями общей заболеваемости городского населения БА ($r=0,87$, $p=0,05$).

Максимальные разовые концентрации оксида серы(IV), зафиксированные в атмосферном воздухе промышленной зоны, значимо коррелировали с уровнями первичной заболеваемости всего городского ($r=0,96$, $p=0,01$) и взрослого ($r=0,97$, $p=0,01$) населения БА (табл. 1–2).

Таблица 1

Корреляционные отношения между заболеваемостью городского населения бронхиальной астмой и максимальными разовыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, зафиксированными в промышленной зоне

Заболеваемость городского населения бронхиальной астмой (на 1000 человек)	Коэффициенты корреляции между показателями заболеваемости и максимальными разовыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, зафиксированные в промышленной зоне							
	взвешенные в-ва	SO ₂	CO	NO ₂	NH ₃	фенол	формальдегид	сульфаты растворимые
Общая городского населения	0,44	0,42	0,21	0,98***	0,19	0,21	0,59	0,02
Первичная городского населения	0,73	0,96**	0,38	0,79	0,20	0,73	0,98***	0,28
Общая взрослого населения	0,37	0,50	0,11	0,97**	0,05	0,19	0,67	-0,08
Первичная взрослого населения	0,61	0,97**	0,34	0,72	0,01	0,65	0,99***	0,12

Примечание: статистическая значимость коэффициентов корреляции: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p < 0,0001$.

Наличие достоверной линейной связи было обнаружено между показателями максимальных разовых концентраций оксида азота(IV) в воздухе, зафиксированных в промышленной зоне, и уровнями общей заболеваемости БА всего городского ($r=0,98$, $p<0,0001$) и взрослого ($r=0,97$, $p=0,01$) населения. Оксид азота(IV) обладает выраженной способностью к сенсибилизации дыхательных путей, бронхоконстрикторными эффектами и может являться фактором, провоцирующим развитие астмы (табл. 1–2).

Прямая практически линейная зависимость была обнаружена между максимальными разовыми концентрациями формальдегида, зафиксированными в промышленной зоне, и уровнями первичной заболеваемости всего городского ($r=0,98$, $p<0,0001$), а также взрослого ($r=0,99$, $p<0,0001$) населения БА (табл. 1–2).

Таблица 2

Корреляционные отношения между заболеваемостью городского населения бронхиальной астмой и максимальными разовыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Витебска

Заболеваемость городского населения бронхиальной астмой (на 1000 человек)	Коэффициенты корреляции между показателями заболеваемости и максимальными разовыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Витебска (мкг/м ³)							
	взвешенные в-ва	SO ₂	CO	NO ₂	NH ₃	фенол	формальдегид	сульфаты растворимые
Общая городского населения	0,44	0,42	0,70	0,98***	0,25	0,29	0,70	0,02
Первичная городского населения	0,72	0,96**	0,34	0,79	0,17	0,76	0,99***	0,28
Общая взрослого населения	0,37	0,50	0,58	0,97**	0,09	0,26	0,77	-0,08
Первичная взрослого населения	0,60	0,97**	0,26	0,72	-0,02	0,66	0,98***	0,1

Примечание: статистическая значимость корреляции: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p < 0,0001$.

Следовательно, на уровни первичной заболеваемости БА оказывают влияние максимальные разовые концентрации формальдегида, а также оксида серы(IV) и оксида азота(IV) в атмосферном воздухе. Формальдегид, оксид серы(IV) и оксид азота(IV) раздражают и повреждают слизистую верхних дыхательных путей и бронхов, что ведет к повышению ее проницаемости для антигенов с формированием повышенной чувствительности.

Наличие прямой зависимости выявлено между максимальными концентрациями формальдегида и уровнями первичной заболеваемости БА всего городского ($r=0,99$, $p<0,0001$), а также взрослого ($r=0,98$, $p<0,0001$) населения. Обнаружена прямая зависимость между максимальными разовыми концентрациями оксида серы(IV) и уровнями первичной заболеваемости БА всего городского ($r=0,96$, $p=0,01$), а также взрослого населе-

ния г. Витебска ($r=0,97$, $p=0,01$). Прямая практически линейная зависимость выявлена между максимальными разовыми концентрациями оксида азота (IV) и уровнями общей заболеваемости всего городского ($r=0,98$, $p<0,0001$), а также взрослого ($r=0,97$, $p=0,01$) населения БА. Оксиды азота(IV) и серы(IV) являются сильными раздражающими веществами. У лиц, страдающих БА, повышение концентраций оксида азота(IV) и оксида серы(IV) в воздухе может спровоцировать развитие выраженного бронхоспазма.

Комплексный показатель загрязнения воздуха «Р» значимо коррелировал с уровнями первичной заболеваемости всего городского ($r=0,97$, $p=0,01$) и взрослого ($r=0,91$, $p=0,03$) населения БА (табл. 3).

На общую заболеваемость взрослого населения БА существенно воздействуют среднегодовые концентрации фенола ($r=0,79$, $p>0,05$), оксида азота(IV), формальдегида ($r=0,55$, $p>0,05$) и оксида углерода(II) ($r=0,58$, $p>0,05$).

Преимущественное влияние на уровни общей заболеваемости населения БА оказывают максимальные разовые концентрации оксида азота(IV), обнаруженные в промышленной зоне ($r=0,98$, $p<0,0001$). Достоверная прямая практически линейная зависимость установлена между уровнями первичной заболеваемости горожан БА и максимальными разовыми концентрациями формальдегида ($r=0,98$, $p<0,0001$), а также оксида серы(IV) ($r=0,96$, $p=0,01$), фиксируемыми в промышленном районе города. Наличие линейной связи обнаружено между уровнями возникновения БА среди населения и максимальными разовыми значениями оксида азота(IV) ($r=0,79$, $p>0,05$), пыли ($r=0,73$, $p>0,05$) и фенола ($r=0,73$, $p>0,05$), фиксированными на посту № 5.

Таблица 3

Корреляционные отношения между заболеваемостью городского населения бронхиальной астмой и комплексной оценкой загрязнения атмосферного воздуха г. Витебска

Заболеваемость городского населения бронхиальной астмой (на 1000 человек)	Коэффициенты корреляции между показателями заболеваемости и показателями комплексной оценки загрязнения атмосферного воздуха г. Витебска		
	суммационный эффект	коэффициент суммарного загрязнения воздуха	комплексный показатель загрязнения Р
Общая городского населения	-0,14	0,68	0,69
Первичная городского населения	0,63	0,17	0,97**
Общая взрослого населения	-0,01	0,52	0,71
Первичная взрослого населения	0,73	0,01	0,91*

Примечание: статистическая значимость коэффициентов корреляции: * – $p\leq 0,05$; ** – $p\leq 0,01$; *** – $p<0,0001$.

На уровни общей заболеваемости взрослого населения значимое влияние из рассматриваемых максимальных разовых концентраций, фиксируемых в промышленной зоне, оказывают только оксид азота(IV) ($r=0,97$, $p=0,01$) и формальдегид ($r=0,67$, $p>0,05$). Самая высокая степень положительной достоверной корреляции отмечалась между первичной заболеваемостью взрослых БА и максимальными разовыми уровнями, зафиксированными в промышленном районе, формальдегида ($r=0,99$, $p<0,0001$). На втором месте находится статистически значимая связь с оксидом серы(IV) ($r=0,97$, $p=0,01$), на третьем месте – линейная связь с оксидом азота(IV) ($r=0,72$, $p>0,05$), на четвертом – корреляция с фенолом ($r=0,65$, $p>0,05$) и на пятом – связь с взвешенными веществами ($r=0,61$, $p>0,05$).

Выявлена прямая линейная связь между уровнями первичной заболеваемости горожан БА и максимальными концентрациями оксида углерода(II) ($r=0,61$, $p>0,05$), обнаруженными в индустриальном районе.

Высокие значения коэффициента корреляции получены при изучении действия максимальных фиксаций оксида углерода(II) в воздухе промышленной зоны на частоту возникновения БА среди взрослых ($r=0,68$, $p>0,05$).

Установлены сильные связи между уровнями общей заболеваемости населения БА и минимальными концентрациями фенола ($r=0,58$, $p>0,05$) и растворимых сульфатов ($r=0,54$, $p>0,05$). На первичную заболеваемость населения БА более всего влияют минимальные уровни растворимых сульфатов в индустриальной зоне ($r=0,62$, $p>0,05$).

Общая заболеваемость взрослого населения БА коррелирует с максимальными уровнями оксида азота(IV) ($r=0,65$, $p>0,05$). Выраженное влияние на первичную заболеваемость взрослых БА из всех представленных загрязнителей в виде максимальных уровней оказывает только оксид углерода(II) ($r=0,57$, $p>0,05$).

Между общей заболеваемостью БА взрослых и наименьшими уровнями аэрополлютантов обнаружена линейная связь с оксидом азота(IV) ($r=0,72$, $p>0,05$).

Изучение отношений между заболеваемостью населения БА и максимальными разовыми концентрациями аэрополлютантов показало, что все парные коэффициенты корреляции были положительными. На уровни первичной заболеваемости БА преимущественно влияют максимальные разовые концентрации оксида серы(IV), формаль-

дегида и фенола в воздухе. Наиболее выраженное действие на частоту возникновения БА оказывают максимальные уровни формальдегида. Так, наличие прямой зависимости выявлено между максимальными концентрациями формальдегида и возникновением БА у всего населения ($r=0,99$, $p<0,0001$) и взрослых ($r=0,98$, $p<0,0001$). Выраженное воздействие на первичную заболеваемость БА в городе оказывают и максимальные разовые уровни в воздухе оксида серы(IV). Обнаружена статистически значимая прямая зависимость между максимальными разовыми концентрациями оксида серы(IV) и уровнями возникновения БА у всего населения ($r=0,96$, $p=0,01$) и взрослых ($r=0,97$, $p=0,01$). Наличие прямой линейной связи выявлено между предельными разовыми концентрациями фенола и уровнями первичной заболеваемости городского населения ($r=0,76$, $p>0,05$).

Более выраженное влияние максимальные разовые концентрации пыли оказывают на первичную, а не на общую заболеваемость БА. Полученные коэффициенты корреляции свидетельствуют о наличии положительной линейной связи между максимальными разовыми скоплениями пыли и уровнями первичной заболеваемости всех горожан ($r=0,72$, $p>0,05$) и взрослого населения ($r=0,60$, $p>0,05$). Следовательно, увеличение наибольших разовых концентраций формальдегида, оксида серы(IV), фенола и пыли достоверно будет приводить к росту уровней возникновения БА во всех возрастных группах городского населения.

На общую заболеваемость БА наибольшее влияние оказывают максимальные разовые концентрации оксида азота(IV) и оксида углерода(II). Статистически достоверная прямая практически линейная зависимость выявлена между максимальными разовыми фиксациями оксида азота(IV) и уровнями общей заболеваемости БА всего населения ($r=0,98$, $p<0,0001$) и взрослых ($r=0,97$, $p=0,01$). Показатели максимальных разовых концентраций оксида азота(IV) также коррелируют с возникновением БА среди всего населения ($r=0,79$, $p>0,05$) и взрослых ($r=0,72$, $p>0,05$) (первичная заболеваемость БА).

Влияние максимальных разовых концентраций оксида углерода(IV) на общую заболеваемость БА также велико: всего населения ($r=0,70$, $p>0,05$), взрослых ($r=0,58$, $p>0,05$).

Изучение влияния предельных разовых скоплений аэрополлютантов на уровни возникновения и распространения БА среди горожан показало, что преимущественное воздействие оказывают формальдегид, оксид азота(IV), оксид серы(IV), оксид углерода(II), взвешенные вещества, фенол.

Установлена прямая достоверная линейная зависимость между общей заболеваемостью БА городского населения и максимальными разовыми уровнями оксида азота(IV) ($r=0,98$, $p<0,0001$). Наличие линейной связи зафиксировано между уровнями распространения БА и максимальными разовыми концентрациями оксида углерода(II) ($r=0,70$, $p>0,05$) и формальдегида ($r=0,70$, $p>0,05$). Более выраженное действие максимальные разовые концентрации аэрополлютантов оказывают на возникновение, а не на распространение БА среди горожан. Практически линейная зависимость установлена между уровнями первичной заболеваемости населения БА и наибольшими разовыми скоплениями в воздухе формальдегида ($r=0,99$, $p<0,0001$) и оксида серы(IV) ($r=0,96$, $p=0,01$). Существование линейной связи зафиксировано между уровнями первичной заболеваемости населения астмой с разовыми концентрациями оксида азота(IV) ($r=0,79$, $p>0,05$), фенола ($r=0,76$, $p>0,05$) и пыли ($r=0,72$, $p>0,05$).

Для общей заболеваемости взрослого населения БА преимущественным оказалось влияние со стороны наибольших разовых фиксаций оксида азота(IV) ($r=0,97$, $p=0,01$), формальдегида ($r=0,77$, $p>0,05$) и оксида углерода(II) ($r=0,58$, $p>0,05$). В свою очередь, первичная заболеваемость взрослых БА иллюстрирует статистически достоверную зависимость с максимальными разовыми концентрациями формальдегида ($r=0,98$, $p=0,00$) и оксида серы(IV) ($r=0,97$, $p=0,01$).

Менее выраженное влияние на первичную заболеваемость в старшей группе оказывают самые большие уровни в воздухе оксида азота(IV) ($r=0,72$, $p>0,05$), фенола ($r=0,66$, $p>0,05$) и пылевых частиц ($r=0,60$, $p>0,05$).

Установлена прямая зависимость между ИЗА фенолом и уровнями заболеваемости БА общей горожан ($r=0,86$, $p>0,05$), взрослых ($r=0,76$, $p>0,05$). Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) влияет на общую заболеваемость БА всех горожан ($r=0,64$, $p>0,05$).

Наиболее информативным показателем, фиксирующим наличие статистически достоверной сильной степени линейной связи с уровнями возникновения и распространения астмы, является комплексный показатель загрязнения воздуха Р. Данный показатель комплексной оценки загрязнения воздуха преимущественно влияет на первичную заболеваемость всего городского населения ($r=0,97$, $p=0,01$) и взрослых ($r=0,91$, $p=0,03$). Также он связан с общей заболеваемостью бронхиальной патологией взрослых ($r=0,71$, $p>0,05$) и всех горожан ($r=0,69$, $p>0,05$). Это позволяет отметить сильное совместное действие на возникновение и развитие астмы со стороны аэрополлютантов.

Заключение. Следовательно, в результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- выявлено, что между 20 комплексными и отдельными эколого-гигиеническими показателями загрязнения атмосферного воздуха и уровнями заболеваемости бронхиальной астмой (общей и первичной) в городе взрослого городского населения существует сильная степень линейной связи;
- значимое влияние на развитие бронхиальной астмы оказывают такие аэрополлютанты, как формальдегид, растворимые сульфаты, оксид азота(IV) ($r>0,9$);

– на уровне заболеваемости бронхиальной астмой наиболее выраженное воздействие оказывают показатели загрязнения атмосферного воздуха: максимальные уровни, зафиксированные в промышленной зоне; максимальные разовые концентрации; комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербакова, М.А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения болезнями органов дыхания в системе социально-гигиенического мониторинга: метод. рекомендации / М.А. Щербакова. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 40 с.
2. Доценко, Э.А. Биоклиматология и экология бронхиальной астмы: абиотические факторы: монография / Э.А. Доценко, И.М. Прищепа. – Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2001. – 353 с.
3. Щербакова, М.А. Реакции дыхательной системы на воздействие аэрополлютантов у городского населения и рабочих коврового производства: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / М.А. Щербакова; МГЭУ им. А.Д. Сахарова. – Минск, 2015. – 24 с.
4. Здоровье человека и факторы окружающей среды в индустриальных городах / В.Д. Суржиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2003. – № 6. – С. 85–87.
5. Orie, N.G. The relationship between asthma and chronic obstructive and restrictive pulmonary diseases; lessons from the past century / N.G. Orie // Ned. Tijdschr. Geneesk. – 2002. – Vol. 146, № 32. – P. 1504–1508.
6. Щербакова, М.А. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха в районах промышленного центра, отличающихся по степени экологической нагрузки (на примере г. Витебска) / М.А. Щербакова // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2007. – № 1. – С. 67–72.
7. Щербакова, М.А. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха химическими примесями и взаимосвязь качества воздушного бассейна в различных экологических зонах города Витебска / М.А. Щербакова // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2007. – № 2. – С. 74–79.
8. Онищенко, Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3–13.
9. Knowledge about asthma and COPD: associations with sick leave, health complaints, functional limitations, adaptation, and perceived control / C.R. Boot [et al.] // Patient. Educ. Couns. – 2005. – Vol. 59, № 1. – P. 103–109.
10. Прищепа, И.М. Роль факторов внешней среды в возникновении и течении бронхиальной астмы и хронического бронхита в различных регионах Республики Беларусь: автореф. ... дис. докт. биол. наук: 14.00.36 / И.М. Прищепа; НИИ вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова. – М., 1997. – 40 с.
11. Щербакова, М.А. Современные тенденции изменения состава атмосферного воздуха промышленного города под влиянием техногенных факторов окружающей среды / М.А. Щербакова // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.М. Соколов. – Минск, 2006. – Вып. 7. – С. 502–507.
12. Kim, N. Epidemiology of chronic bronchitis and acute infective exacerbations of chronic bronchitis / N. Kim, K.V. Jr. Leeper // Semin. Respir. Crit. Care Med. – 2000. – Vol. 21, № 2. – P. 73–78.
13. Колпакова, А.Ф. Роль загрязнения тяжелыми металлами среды обитания в патогенезе хронических заболеваний легких на Севере / А.Ф. Колпакова // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 8. – С. 14–19.
14. О социально-гигиеническом мониторинге: постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 17 июля 2012 г. // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2012. – № 3. – С. 93–96.

REFERENCES

1. Shcherbakova M.A. Otsenka vliyaniya zagryazneniya atmosfornogo vozdukh na zabollevayemost naseleniya boleznyami organov dikhaniya v sisteme sotsialno-gigiyenicheskogo monitoringa: metod. rekomendatsii [Assessment of the Impact of Atmospheric Air Pollution on Sickness Rate of Respiratory Organs in the System of Social and Hygienic Monitoring: Guidelines], Vitebsk, VGU imeni P.M. Masherova, 2013, 40 p.
2. Dotsenko E.A., Prishchepa I.M. Bioklimatologiya i ekologiya bronkhialnoi astmi: abioticheskiye faktori: Monografiya [Bioclimatology and Ecology of Bronchial Asthma: Abiotic Factors: Monograph], Vitebsk, Izd-vo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2001, 353 p.
3. Shcherbakova M.A. Reaktsii dykhatelnoi sistemy na vozdveistviye aeropollutantov u gorodskogo naseleniya i rabochikh kovrovogo proizvodstva: avtoref. ... dis. kand. biol. nauk [Reactions of the Respiratory System of Urban Population and Carpet Manufacture Workers on the Impact of Air Pollutants: PhD (Biology) Dissertation Summary], MGEU im. A.D. Sakharova, Minsk, 2015, 24 p.
4. Surzhikov V.D. Gygiena i sanitariya [Hygiene and Sanitaria], 2003, 6, pp. 85–87.
5. Orie, N.G. The relationship between asthma and chronic obstructive and restrictive pulmonary diseases; lessons from the past century / N.G. Orie // Ned. Tijdschr. Geneesk. – 2002. – Vol. 146, № 32. – P. 1504–1508.
6. Shcherbakova M.A. Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya [Epizootology, Immune Biology, Pharmacology and Sanitaria], 2007, 1, pp. 67–72.
7. Shcherbakova M.A. Epizootologiya, immunobiologiya, farmakologiya i sanitariya [Epizootology, Immune Biology, Pharmacology and Sanitaria], 2007, 2, pp. 74–79.
8. Onishchenko G.G. Gygiena i sanitariya [Hygiene and Sanitaria], 2003, 1, pp. 3–13.
9. Knowledge about asthma and COPD: associations with sick leave, health complaints, functional limitations, adaptation, and perceived control / C.R. Boot [et al.] // Patient. Educ. Couns. – 2005. – Vol. 59, № 1. – P. 103–109.
10. Prishchepa I.M. Rol faktorov vneshnei sredy v vozniknovenii i techenii bronkhialnoi astmi i khronicheskogo bronkhita v razlichnikh regionakh Respubliki Belarus: avtoref. dis. ... dok. biol. nauk [Role of Outer Environment Factors in Emergence and Course of Bronchial Asthma and Chronic Bronchitis in Different Regions of the Republic of Belarus: D.Sc. (Biology) Dissertation Summary], Nil vaktsin i sivorotok im. I.I. Mechnikova, Moscow, 1997, 40 p.
11. Shcherbakova M.A. Zdorovye i okruzhayushchaya sreda: sb. nauch. tr. [Health and Environment: Collection of Scientific Papers], Rесп. nauch.-prakt. tsentr gigyeni, Minsk, 2006, 7, pp. 502–507.
12. Kim, N. Epidemiology of chronic bronchitis and acute infective exacerbations of chronic bronchitis / N. Kim, K.V. Jr. Leeper // Semin. Respir. Crit. Care Med. – 2000. – Vol. 21, № 2. – P. 73–78.
13. Kolpakova A.F. Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Medicine of Labor and Industrial Ecology], 2004, 8, pp. 14–19.
14. Voprosi organizatsii i informatizatsii zdoravookhraneniya [Institutional and Computer Issues of Health Care], 2012, 3, pp. 93–96.

Поступила в редакцию 06.02.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: mas-80@mail.ru – Щербакова М.А.

Количественная оценка углеводородного загрязнения районов водосбора главных рек Витебского региона

С.А. Чепелов*, В.Е. Савенок**

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

***Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»*

Учитывая высокие темпы развития промышленности и возрастающее действие потока техногенных веществ в окружающей среде, пристальное внимание стоит уделить вопросу оценки состояния водных объектов вблизи промышленных территорий. На объектах промышленного комплекса постоянно существует риск возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций, в том числе и риск переноса загрязняющих веществ в водные объекты. Поэтому борьба с углеводородным загрязнением природных и антропогенных экосистем является весьма актуальной.

Цель статьи – оценить возможные масштабы загрязнения нефтепродуктами промышленных территорий, являющихся районами водосбора главных рек Витебского региона.

Материал и методы. Материалом исследования послужили оценочные данные техногенной нагрузки на районы водосбора рек Западной Двины и Днепра на территории Витебской области. Применялся численный метод исследования для расчета площади загрязнения при авариях, связанных с выбросом нефтепродуктов.

Результаты и их обсуждение. Был проведен анализ современного состояния главных рек Витебского региона – Западной Двины и Днепра и их районов водосбора. Установлено, что потенциальным источником углеводородного загрязнения водных объектов является топливно-энергетический комплекс области (ТЭК). ТЭК области работает стопроцентно на привозном сырье – нефти, природном газе и угле.

Расчет масштабов возможного загрязнения при аварийном выбросе нефтепродуктов проводился выборочно по объектам крупных промышленных центров Витебского региона, при этом принимались во внимание в первую очередь близко расположенные водотоки, а также характер прилегающей местности. Анализ полученных расчетных результатов показывает, что наиболее опасными объектами с точки зрения загрязнения водных объектов нефтепродуктами в Витебском регионе являются Витебская ТЭЦ и ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Остальные объекты наименее опасны с позиции риска загрязнения близлежащей акватории и, как свидетельствуют расчеты, неопасны для загрязнения нефтепродуктами.

Заключение. Предлагаемая расчетная программа может быть применена для прогностической оценки влияния потенциально опасных нефтесодержащих объектов на степень загрязнения районов водосбора рек, находящихся в зоне ответственности этих объектов.

Ключевые слова: водосбор, загрязнение, нефтепродукты, оценка, параметр, программа расчета, риск, территория.

Quantitative Assessment of Hydrocarbon Contamination of Drainage Areas of Major Rivers of Vitebsk Region

S.A. Chepelov*, V.E. Savenok**

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

***Educational Establishment «Vitebsk State Technological University»*

Close attention should be paid to the issue of assessing the status of water bodies near industrial areas, given the high rates of development of industry and increasing impact of the flow of anthropogenic substances in the environment. There is always the risk of accidents and emergencies at industrial complex, including the risk of pollutant transfer into water bodies. Therefore, the fight against hydrocarbon pollution of natural and anthropogenic ecosystems is very important.

The aim of this work is to evaluate the possible extent of oil pollution of industrial areas, which are drainage areas of major rivers of Vitebsk Region.

Material and methods. The material of the study was estimates of anthropogenic impact on the watershed of the Rivers of Western Dvina and the Dnieper on the territory of Vitebsk Region. Numerical research method was applied to calculate the area of contamination in case of accidents related to emission of petroleum products.

Findings and their discussion. The analysis of the current status of the major rivers of Vitebsk Region of the Western Dvina and Dnieper and their watershed was conducted. It is established that a potential source of hydrocarbon pollution is fuel and energy complex (FEC). FEC works wholly on imported raw materials – oil, natural gas and coal.

Calculation of the scale of possible pollution due to accidental release of petroleum products was conducted selectively on sites of large industrial centers of the Vitebsk region, considering in the first place that watercourses are located close, and the nature of the surrounding area. The analysis of obtained calculated results shows that the most dangerous objects, from the point of view of water pollution with oil products in the Vitebsk Region are the Vitebsk HES plant and JSC «Naftan» (Novopolotsk). Other companies are the least dangerous from position of risk of contamination of the surrounding waters, and, as calculations show, they are beyond the reach of oil pollution.

Conclusion. The proposed calculation program can be applied for the predictive assessment of the impact of potentially dangerous oil-containing companies on the degree of pollution of drainage areas of rivers, which are located in the area of responsibility of these companies.

Key words: watershed, pollution, oil products, estimation, parameter, calculation program, risk, area.

В Витебской области осуществляют хозяйственную деятельность 345 крупных и средних промышленных предприятий. Для промышленности региона характерна высокая степень концентрации производства: по три крупнейших предприятия выпускают 99,8% продукции в топливной промышленности, 98,9% – в химической и нефтехимической, 61,4% – в легкой промышленности, 64,2% – в промышленности строительных материалов. На четыре самых крупных промышленных центра: Витебск, Орша, Новополоцк, Полоцк – приходится около 70% продукции всей промышленности области [1].

Территорию области пересекают два магистральных нефтепровода – «Сургут–Новополоцк» и «Дружба». Одним из наиболее опасных предприятий с точки зрения риска загрязнения акваторий нефтью и нефтепродуктами является Новополоцкий нефтеперерабатывающий завод – ОАО «Нафтан» (проектная мощность 15 млн тонн переработки нефти в год). Потенциальный источник углеводородного загрязнения водных объектов – топливно-энергетический комплекс (ТЭК). ТЭК области работает стопроцентно на привозном сырье – нефти, природном газе и угле. Старейшей, построенной еще в довоенное время, является Полоцкая ТЭЦ, работавшая первоначально на торфе, теперь использующая мазут и все более широко применяющая природный газ. На таком же топливе работают Новополоцкая ТЭЦ и Лукомльская ГРЭС, относящиеся к крупнейшим в стране.

Отмечена повышенная концентрация предприятий химической промышленности в пределах всего одного промышленного узла – Полоцко-Новополоцкого: ОАО «Полимир», РУП «Новополоцкий завод белково-витаминных концентратов», ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Наибольшую роль в современной химии органического синтеза играет углеводородное нефтегазовое сырье. Очень велики и расходы воды на промывку, охлаждение агрегатов, разбавление сточных промышленных вод. Особую опасность для окружающей среды представляют нефтепереработка и производство полимеров – химических волокон, пластмасс, стекловолокна, а также белково-витаминных концентратов [1].

Цель статьи – оценить возможные масштабы загрязнения нефтепродуктами промышленных территорий, являющихся районами водосбора главных рек Витебского региона.

Материал и методы. Наибольшую антропогенную нагрузку в пределах области испытывают участки реки Западная Двина ниже г. Новополоцка и г. Витебска. В воде Западной Двины в 68–98% случаев отмечалось повышенное содержание цинка, меди, железа общего и марганца. Превышения ПДК по азоту аммонийному и нитритному составили соответственно 36 и 11%, по БПК₅ и нефтепродуктам – 4–5%. На протяжении ряда лет сохраняется проблема «аммонийного» загрязнения водных объектов в районе крупных промышленных центров – городов Полоцка, Новополоцка и Верхнедвинска. Грунтовые воды несут следы загрязнения, обусловленного внесением в почву как минеральных, так и органических удобрений. В районах размещения крупных животноводческих комплексов формируются очаги загрязнения грунтовых вод соединениями азота и фосфора. В подземных водах, отбираемых для централизованного водоснабжения ряда городских населенных пунктов, отмечается повышенное содержание железа, г. Новополоцка – аммиака [2].

При проведении исследования применялась программа, предназначенная для расчета площади загрязнения при авариях, связанных с выбросом нефтепродуктов [3]. В качестве исходных данных в программе использовались:

- координаты места аварии и координаты места стока;
- величина подучастков, на которые был разделен оцениваемый район;
- параметры загрязнителя и уточняющие коэффициенты.

Для расчета координат места аварии и координат места стока в водоем применялась формула

$$L = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (1)$$

где $x_{1,2}$ и $y_{1,2}$ – координаты места аварии и стока.

Величина подучастков, на которые программа будет разбивать расстояние от места аварии до места стока, определялась как:

$$n = \frac{L}{l}, \quad (2)$$

где l – величина подучастков.

Для установления уклона поверхности по карте определялись высоты подучастков. Уклон поверхности рассчитывался как:

$$\alpha = \frac{h}{l}, \quad (3)$$

где h – высота данного участка; l – протяженность участка.

В качестве параметров загрязнителя использовались:

– *толщина пятна* пролившегося загрязнителя (ее пределы составляют от 0,01 до 0,001 метра);

– *плотность загрязнителя* (пределы плотности от 500 до 1000 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$);

– *масса пролившегося загрязнителя* на момент аварии (задается в килограммах).

В используемой нами вычислительной программе были заданы четыре уточняющих коэффициента. В зависимости от «*Коэффициента времени*» вычисляется количество оставшегося на данный момент загрязняющего вещества по формуле

$$M = t \cdot M_0, \quad (4)$$

где M – масса оставшегося на данный момент загрязняющего вещества; t – коэффициент времени; M_0 – первоначальная масса загрязняющего вещества.

«*Коэффициент массы пятна в буферной зоне*» показывает, какое количество загрязняющего вещества, находящегося в данный момент в зоне загрязнения, переходит в буферную зону:

$$M_b = m \cdot M, \quad (5)$$

где M_b – количество загрязняющего вещества, переходящего в буферную зону; m – коэффициент массы пятна в буферной зоне.

«*Коэффициент толщины пятна в буферной зоне*» используется для вычисления толщины пятна загрязняющего вещества в буферной зоне по формуле

$$T = k_t \cdot T_0, \quad (6)$$

где T – толщина пятна в буферной зоне; k_t – коэффициент толщины пятна в буферной зоне; T_0 – толщина пятна в зоне загрязнения.

«*Коэффициент уклона*» применяется для вычисления функции уклона, которая вычисляется по формуле

$$l = 1 + k_y \cdot \langle \alpha \rangle, \quad (7)$$

где l – функция уклона; k_y – коэффициент уклона; $\langle \alpha \rangle$ – среднее значение уклона.

После подстановки всех исходных данных в программу производится расчет. В графах программы «Результаты» выводятся полученные результаты: расстояние до места стока, количество подучастков, площадь загрязненного участка, условный радиус загрязненного участка, площадь буферной зоны загрязненного участка, условный радиус буферной зоны, длина большой полуоси эллипса загрязненного участка, длина малой полуоси эллипса загрязненного участка.

Площадь загрязненного участка рассчитывается по формуле

$$S = \frac{M^{\frac{2}{3}}}{\delta \cdot \rho}, \quad (8)$$

где M – это масса пролившегося загрязнителя; δ – толщина пятна пролившегося загрязнителя; ρ – плотность пролившегося загрязнителя.

Условный радиус загрязненного участка – это радиус окружности, площадь которой равна площади эллипса пятна разлитого загрязняющего вещества:

$$r = \left(\frac{S}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

где S – это площадь загрязненного участка.

Площадь буферной зоны загрязненного участка вычисляется по формуле:

$$S_b = \frac{M_b^{\frac{2}{3}}}{\delta_b \cdot \rho_b}, \quad (10)$$

где M_b – это масса загрязненного вещества, перешедшая из зоны загрязнения в буферную зону; δ_b – толщина пятна загрязнителя в буферной зоне; ρ_b – плотность загрязнителя в буферной зоне (равна плотности загрязнителя в зоне загрязнения).

Условный радиус буферной зоны – это радиус окружности по площади, равной площади эллипса, образованного загрязняющим веществом в буферной и основной зоне загрязнения:

$$r_b = \left(\frac{S_b}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (11)$$

где S – площадь зоны загрязнения; S_b – площадь буферной зоны.

Длина большой полуоси эллипса загрязненного участка

$$a = r \cdot l, \quad (12)$$

где r – это условный радиус загрязненного участка; l – функция уклона.

Длина малой полуоси эллипса загрязненного участка

$$b = \frac{r}{l} \quad a = r \cdot l, \quad (12)$$

где r – это условный радиус загрязненного участка; l – функция уклона.

Результаты и их обсуждение. Был проведен анализ современного состояния главных рек Витебского региона – Западной Двины и Днепра и их районов водосбора.

Река Западная Двина – вторая по водности река Беларуси, уступает лишь Днепру. Протяженность Западной Двины 1080 км. На территорию Витебской области приходится ее среднее течение – 337 км, включая пограничный с Латвией участок длиной 12 км. В пределах Витебской области река имеет следующие характеристики: средний уклон водной поверхности 0,18‰, коэффициент извилистости 1,95 [4]. Река течет по хорошо выраженной, глубоко врезанной в коренные и четвертичные породы долине, местами с обнажениями песчаников, глин и доломитов. Пойма слабо выражена [5]. Водосбор Западной Двины составляет 33100 км² (при общей площади 87900 км²), из них 32300 км² приходится на Витебскую область, что соответствует 36,7% от общего водосбора. Водосбор реки вытнут с запада на восток. Наибольшая длина от истоков до границы с Латвией 668 км, средняя ширина 140 км. Рельеф грядово-холмистый. Средняя высота водосбора над уровнем моря 156 м. На 1 км² водосборной площади приходится 0,57 км речной сети, озерность водосбора 3%. Долина реки от границы с Россией до впадения р. Шешинки и местами ниже впадения р. Шешинки V-образная, между деревнями Тюльки и Якубинки (Полоцкий район) неясно выраженная, на остальном протяжении трапецеидальная, преобладающая ширина – 1–1,5 км, наибольшая – 2,5 км, наименьшая – около 0,3 км. Склоны до устья р. Шешинки и в местах V-образной долины чаще крутые и очень крутые, с наличием оползней и осыпей, высотой до 40 м, ниже – пологие, высотой 10–15 м, умеренно рассеченные. Пойма двусторонняя, высокая, чередующаяся по берегам, в 0,5 км выше села Лучно отсутствует. Преобладающая ширина 300–500 м, наибольшая – 2,5–3 км. Русло не меандрирующее, с побочным типом процесса, слабо разветвленное. По длине реки насчитывается более 100 довольно устойчивых перекатов и порогов. Нормирующая глубина для большинства перекатов и порогов порядка 0,6 м. Преобладающая ширина реки в пределах Витебской области 100–150 м, наибольшая – 700 м (с учетом острова) у г.п. Друи. Глубины изменяются от 0,2 м на перекатах до 6,5 м на отдельных плесах, скорости течения, соответственно, от 2 до 0,3 м/с. Дно песчано-каменистое и песчаное, реже каменистое или песчано-галечное [4].

Река Днепр – вторая по величине река Восточной Европы и первая в Беларуси. На территорию Витебской области припадает всего 96 км ее длины, а на Беларусь – 684 км. Падение реки в пределах Витебщины 7,1 м (общее – 141,5 м). Средний уклон водной поверхности 0,08‰, коэффициент извилистости 2,09. На территории республики Днепр получает 61% своего общего стока. Водосбор Днепра в пределах Витебщины составляет более 2,2 тыс. км² (5% территории области), или 0,6% от общего водосбора. На 1 км² водосборной площади приходится 0,25 км речной сети, озерность незначительная. Характеристика Днепра для Витебского региона: средний уклон водной поверхности реки равен 0,12‰; долина трапецеидальная и корытообразная, шириной от 1 до 10 км; склоны умеренно крутые, местами как обрывистые, так и пологие, имеют до 4–5 террас, высота уступов 12–13 м. Русло с побочным типом процесса слабо извилистое, шириной 60–120 м, местами, между с. Гатьковщина и г. Орша, расширяется до 1,3 км. Отличается плавными излучинами и сравнительно длинными прямолинейными участками с множеством перекатов и порожистых участков. Изредка встречаются небольшие затопляемые песчаные острова длиной 15–170 м, шириной 7–80 м. Глубина 2–4 м, на перекатах порядка 1 м, наибольшая 7–8 м. Скорость течения изменяется в пределах от 0,2 до 1,3 м/с, преобладающая 0,4–0,5 м/с. Дно ровное, на большем протяжении песчаное и песчано-гравелистое. Берега преимущественно крутые, высотой 2–10 м, иногда понижаются до 0,5–1 м, заросшие кустарником, реже открытые, на излучинах обрушающиеся, сложены супесями, валунами и безвалунными суглинками [4].

Таблица

Результаты расчетов

№	Координаты места аварии	Расстояние до места стока, м	Вид (плотность, кг/м ³) нефтепродукта	Масса проливаемого загрязнителя, кг	Площадь загрязненного участка, м ²	Условный радиус загрязненного участка, м	Площадь буферной зоны загрязненного участка, м ²	Условный радиус буферной зоны загрязненного участка, м	Длина большой полуоси эллипса загрязненного участка, м	Длина большой полуоси эллипса буферной зоны загрязненного участка, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	г. Витебск (Витебская ТЭЦ) 55°10'10.45"С 30°08'24.76"В	105	Мазут (910)	5000	37,80	3,46	252,01	9,60	36,78	101,86
				10000	60,00	4,37	400,05	12,10	46,35	128,34
				50000	175,46	7,47	1169,75	20,69	79,26	219,46
				100000	278,53	9,41	1856,87	26,07	99,86	276,50
				120000	314,52	10,00	2096,85	27,70	106,12	293,83
2.	г. Витебск (Витебская нефтебаза) 55°09'09.25"С 30°09'16.25"В	1790	Бензин (760)	10000	122,14	6,23	135,71	9,05	8,35	12,14
				50000	357,16	10,66	396,84	15,49	14,28	20,76
				100000	566,95	13,43	629,95	19,51	18,00	26,15
				1000000	2631,57	28,94	1684,73	37,06	39,80	50,97
				100000000	56695,65	134,33	36296,59	172,04	184,74	236,59
		Дизельное топливо (850)		10000	78,00	4,98	86,67	7,24	6,67	9,70
				50000	228,10	8,52	253,44	12,38	11,41	16,59
				100000	362,08	10,73	402,32	15,59	14,28	20,90
				100000000	36208,98	107,35	23181,02	137,49	147,63	189,08
				10000	47,85	3,90	53,16	5,67	5,23	7,59
3.	г. Орша (Оршанская нефтебаза) 54°28'53.80"С 30°23'05.17"В	760	Бензин (760)	50000	139,91	6,67	155,46	9,69	8,94	12,99
				100000	222,10	8,40	246,78	12,21	11,26	16,37
				100000000	22210,67	84,08	14219,28	107,68	115,62	148,08
				10000	122,14	6,23	135,71	9,05	13,96	20,28
				50000	357,16	10,66	396,84	15,49	23,87	34,68
		Дизельное топливо (850)		100000	566,95	13,43	529,95	19,51	30,07	43,70
				100000000	56695,65	134,33	36296,59	172,04	302,44	387,34
				10000	78,00	4,98	86,67	7,24	11,15	16,21
				50000	228,10	8,52	253,44	12,38	19,07	27,72
				100000	362,08	10,73	402,32	15,59	24,03	34,92
				100000000	36208,98	107,35	23181,02	137,49	241,70	309,55

Описание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			Нефть (970)	10000	47,85	3,90	53,16	5,67	8,73	12,69
				50000	139,91	6,67	155,46	9,69	14,94	21,71
				1000000	222,10	8,40	246,78	12,21	18,82	27,35
				1000000000	22210,67	84,08	14219,28	107,68	169,15	216,63
4.	г. Орша (Оршанская ТЭЦ)	440	Мазут (910)	10000	60,00	4,37	38,41	5,59	11,58	14,84
	54°28'49,27"С 30°23'22,59"В			1000000	278,53	9,41	178,31	12,05	24,96	31,97
				100000000	1292,82	20,28	827,66	25,98	53,79	68,89
				1000000000	27853,06	94,15	17831,55	120,58	249,69	319,78
5.	г. Полоцк (Полоцкая ТЭЦ)	240	Мазут (910)	10000	60,00	4,37	14,36	4,86	11,18	12,44
	55°29'38,21"С 28°46'53,45"В			1000000	278,53	9,41	66,67	10,48	24,08	26,81
				100000000	1292,82	20,28	309,47	22,58	51,89	57,77
				1000000000	6000,76	43,70	1436,47	48,65	111,81	124,47
6.	г. Новополоцк (ОАО «Нафтан»)	360	Бензин (760)	10000	122,14	6,23	362,96	12,42	15,97	31,83
	55°30'14,67"С 28°33'11,53"В			50000	357,16	10,66	228,65	13,65	27,31	34,98
				1000000	566,95	13,43	362,96	17,20	34,41	44,08
				100000000	2631,57	28,94	1684,73	37,06	74,15	94,96
				1000000000	56695,65	134,33	36296,59	172,04	344,18	440,80
			Дизельное топливо (850)	10000	78,00	4,98	49,94	6,38	12,76	16,35
				50000	228,10	8,52	146,03	10,91	21,83	27,95
				1000000	362,08	10,73	231,81	13,74	27,50	35,22
				100000000	1680,67	23,12	1075,96	29,62	59,29	75,89
				1000000000	36208,98	107,35	23181,02	137,49	275,05	352,26
			Нефть (970)	10000	47,85	3,90	30,63	4,99	9,99	12,80
				50000	139,91	6,67	89,57	8,54	17,09	21,89
				1000000	222,10	8,40	142,19	10,76	21,54	27,58
				100000000	1030,92	18,11	660,00	23,19	46,41	59,44
				1000000000	22210,67	84,08	14219,28	107,68	215,42	275,89

Расчет масштабов возможного загрязнения при аварийном выбросе нефтепродуктов проводился выборочно по объектам крупных промышленных центров Витебского региона. Получены показатели в зависимости от вида нефтепродукта (его плотности) и массы загрязнителя. Результаты представлены в табл.

Анализ полученных данных показывает, что при возможном аварийном выбросе нефтепродуктов из объектов, по которым проводились расчеты с учетом кратчайшего расстояния до водотока и крутизны склона, наиболее опасными с точки зрения загрязнения на близлежащую акваторию являются Витебская ТЭЦ (мазутохранилище) и ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). В первом случае загрязнение реки Западная Двина произойдет при выбросе мазута массой более 5 тонн. Во втором случае загрязнение реки также возможно при выбросе нефтепродукта невысокой плотности, но так как при этом его масса должна быть равна около 100 тыс. тонн, что имеет малую долю вероятности выброса с учетом системы безопасности предприятия и рассредоточенности источников загрязнения, то этот вариант не представляет серьезной опасности с точки зрения экологического риска. Остальные объекты наименее опасны с точки зрения загрязнения близлежащей акватории и, как показывают расчеты, недостижимы для загрязнения нефтепродуктами.

Заключение. По результатам исследований было установлено, что техногенная нагрузка на районы водосбора рек Витебского региона является очень высокой. Анализ полученных расчетных результатов показывает, что наиболее опасными объектами с точки зрения загрязнения водных объектов нефтепродуктами в Витебском регионе являются Витебская ТЭЦ и ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк). Используемая в наших исследованиях расчетная программа может быть применена для прогностической оценки влияния любых потенциально опасных нефтесодержащих объектов на степень загрязнения как районов водосбора, так и самих рек, находящихся в зоне ответственности этих объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строчко, О.Д. География межотраслевых промышленных комплексов Витебской области: учеб. пособие / О.Д. Строчко. – Витебск: ВГУ, 2005. – 98 с.
2. Стратегия устойчивого развития Витебской области на 2016–2025 годы. – Витебск, 2015. – 123 с.
3. Оразбаев, Б.Б. Гидродинамические модели для расчета растекания нефти и нефтепродуктов / Б.Б. Оразбаев, А.К. Кенжегалиев, С.Н. Гайсина // Нефть и газ. – № 4. – 2007. – С. 98–108.
4. Пилецкий, И.В. География Витебской области / И.В. Пилецкий. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2001. – 163 с.
5. Западная Двина – Даугава. Река и время / Л.С. Аносова [и др.]; под общ. ред. В.Ф. Логинова, Г.Я. Сегалю. – Минск: Беларус. навука, 2006. – 270 с.

REFERENCES

1. Storchko O.D. *Geografiya mezhotraslevykh promyshlennikh kompleksov Vitebskoi oblasti: ucheb. posobiye* [Geography of Interbranch Industrial Complexes of Vitebsk Region. Manual], Vitebsk, VGU, 2005, 98 p.
2. *Strategiya ustoychivogo razvitiya Vitebskoi oblasti na 2016–2025 godi* [Strategy of Sustainable Development of Vitebsk Region for the Years of 2016–2025], Vitebsk, 2015, 123 p.
3. Orazbayev B.B., Kenzhegaliev A.K., Gaisina S.N. *Nauchno-tehnicheskiy zhurnal «Neft i gaz»* [Scientific and Technological Journal «Oil and Gas»], 2007, 4, pp. 98–108.
4. Piletskiy I.V. *Geografiya Vitebskoi oblasti* [Geography of Vitebsk Region], Vitebsk, VGU im. P.M. Masherova, 2001, 163 p.
5. Anosova L.S. *Zapadnaya Dvina – Daugava. Reka i vremya* [The Western Dvina – the Daugava. The River and the Time], Minsk, Belarus. Nauka, 2006, 270 p.

Поступила в редакцию 13.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: staschepelov92@rambler.ru – Чепелов С.А.

К изучению видового состава молей-ипономеутид Палеарктики (Lepidoptera, Yponomeutidae)

З.С. Гершензон

Институт зоологии имени И.И. Шмальгаузена Национальной академии наук Украины

Моли-ипономеутиды – всемирно распространенная группа микропестничных-фитофагов, обитающих в большинстве ландшафтных зон Палеарктики. Некоторые виды этих молей часто существенно повреждают древесно-кустарниковые растения, в том числе ценные плодовые культуры. Отмеченные особенности в сочетании со значительным количеством криптических видов делают указанное семейство микропестничных интересным для рассмотрения эволюционных процессов и разработки эффективных мер защиты фитоценозов от конкретных микропестничных-фитофагов. Настоящая работа содержит анализ результатов многолетних исследований автора, с учетом основных литературных сведений, и представляет собой продолжение серии публикаций в журнале ВГУ, посвященных проблемам изучения молей-фитофагов.

Цель исследования – уточнение и дополнение видового состава палеарктических молей-ипономеутид для характеристики современного таксономического разнообразия семейства.

Материал и методы. Использован материал, собранный автором, а также изучены типовые экземпляры коллекций, хранящиеся в ведущих научных музеях ближнего и дальнего зарубежья. Детально исследованы экземпляры, полученные от ведущих энтомологов стран СНГ.

Результаты и их обсуждение. Составлен уточненный и дополненный современный список 116 видов из 20 родов молей-ипономеутид. Впервые дана характеристика таксономического разнообразия ипономеутид в соответствии с трофической приуроченностью. В результате проведенного исследования установлено, что в настоящее время в фауне Палеарктики зарегистрировано 20 родов и 116 видов. Отмечено, что наибольшее видовое разнообразие характерно для молей, гусеницы которых трофически приурочены к бересклетовым (Celastraceae) (24 вида из 4 родов) и повсеместно распространены в лесных, лесостепных и лесопарковых фитоценозах.

Заключение. Установленное таксономическое разнообразие рассмотренного семейства молей-фитофагов с указанием кормовых растений гусениц конкретных видов необходимо для рациональной разработки научно обоснованной защиты фитоценозов от вредителей-фитофагов в условиях различных ландшафтных зон Палеарктики.

Ключевые слова: моли-ипономеутиды, фитофаги, Палеарктика.

To the Knowledge of Specific Diversity of the Ponomeutid Moths (Lepidoptera, Yponomeutidae) of the Palaearctic Region

Z.S. Gershenson

Schmalhausen Institute of Zoology, National Academy of Sciences, Ukraine

Yponomeutid moths is a worldwide distributed phytophagous microlepidopteran group which occurs mostly in different landscapes of the Palaearctic region. Some species often considerably damage fruit trees, arboreal and bush plants. The mentioned peculiarities and the presence of many sibling species make this microlepidopteran family highly suitable for evolutionary studies as well as for working out the effective actions in order to protect agro- and natural phytocenoses. This article gives an analysis of the author's long term investigations together with the main references, which are continuation of the previous articles in this journal devoted to studying of the phytophagous moths.

The purpose of the present work is to add and make some clarifications concerning specific composition of yponomeutid moths which is necessary for the correct specific determination as well as for the clearing recent taxonomic diversity connected with the current theoretical and applied problems.

Material and methods. The basis of this work is the author's gatherings as well as examination of the type specimens stored in the main scientific museums of the West Europe and the former USSR. Besides that the specimens collected by the different colleagues are studied in details also.

Findings and their discussion. A recently improved checklist of 116 species from 20 genera of the yponomeutid moths of Palaearctic region is represented. Characteristic of taxonomic diversity of these moths in according with trophical connections is noted for the first time.

Conclusion. As a result of the carried out research it can be considered that recently 20 genera and 116 species of palaearctic yponomeutid moths are recorded. It is pointed out that the most numerous specific diversity (24 species from 4 genera) is noted for the moths, the larvae of which are trophically connected with host-plants from the family of Celastraceae. These moths are widely spread in the forest, forest-steppe and park-planting phytocenoses.

Key words: yponomeutid moths, phytophages, Palaearctic Region.

В настоящее время очень актуально взаимодействие человека и окружающей среды. Энтомокомплексы – всегда неотъемлемые компоненты фитоценозов. Роль микрочешуекрылых-фитофагов в формировании их видового разнообразия, в частности при наличии антропогенного фактора, имеет существенное значение. Всестороннее изучение морфологических признаков, трофических связей, эволюционных аспектов видообразования наряду с дополнением и уточнением видового состава молей-ипонOMEUTID необходимо для организации эффективной защиты растений. Объект данного исследования – семейство Yponomeutidae содержит ряд экономически важных первостепенных и потенциальных вредителей, распространенных в лесных, лесостепных, лесопарковых, садовых ценозах Палеарктики. Моли-ипонOMEUTID тесно связаны с циклами развития полезных насекомых – как компоненты, поддерживающие гомеостаз в природе. Следует отметить, что таксономический состав рассматриваемых молей фауны Палеарктики изучен недостаточно. Единственный каталог чешуекрылых Палеарктики опубликован в 1901 году [1] и требует существенного дополнения и корректировки номенклатуры. Фундаментальное исследование фауны и систематики ипонOMEUTID продолжил немецкий энтомолог Г. Фризе в 1960 г. [2]. С тех пор видовой состав семейства Yponomeutidae был представлен в ряде работ на региональном уровне [3–19]. Наиболее полный список видов фауны Европы опубликован 20 лет назад [10]. В настоящей работе представлен обобщающий обзор палеарктических видов молей-ипонOMEUTID на основании результатов многолетних исследований автора с учетом основных литературных источников.

Цель исследования – уточненный и дополненный обзор современного видового состава молей-ипонOMEUTID Палеарктики.

Материал и методы. Статья основана на материале, собранном автором в течение 1978–2012 гг. в различных ландшафтных зонах стран бывшего СССР, Западной Европы, Израиля. Кроме того, исследован коллекционный материал, хранящийся в фондах ведущих научных учреждений: Института зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины (Киев), Киевского национального университета им. Т.Г. Шевченко, Зоологического института РАН (Санкт-Петербург, Россия), Зоологического музея Московского университета (Россия), Музея естественного (Лондон, Великобритания), Национального музея естественной истории (Лейден, Нидерланды), Сельскохозяйственного университета (Вагенинген, Нидерланды), Тель-Авивского университета (Израиль). Дополнительно также детально изучены экземпляры, предоставленные коллегами для исследования, за что автор им искренне благодарен: В.В. Кавурке, М.А. Нестерову (Украина), В.И. Пискунову (Беларусь), С.В. Менкену, С.А. Уленбергу (Нидерланды), Э.Д. Нево, Т. Павличенку, В.Д. Кравченко (Израиль). Материал собран путем выведения бабочек из гусениц и ловлей бабочек сачком. Для сбора бабочек на свет в полевых условиях применяли переносной керосинно-калильный фонарь с цезиевым колпачком, кварцевую ПРК-2 и ультрафиолетовую (ДРЛ, 125 Вт) лампы. Фиксация и изготовление препаратов микроструктур выполнены согласно общепринятой методике [12].

Классификация и названия таксонов соответствуют номенклатуре, принятой в современном каталоге насекомых («World Catalogue of Insects») [13].

Результаты и их обсуждение. Многолетние лабораторно-полевые наблюдения и критический анализ литературных данных позволили впервые обобщить и дополнить имеющиеся сведения о видовом составе и трофической приуроченности (на уровне семейств кормовых растений гусениц) молей-ипонOMEUTID фауны Палеарктики, обзор которых приводится ниже.

Yponomeutidae Stephens, 1829

Saridoscelinae Moriuti, 1977

Saridoscelis Meyrick, 1894

- kadamai* Moriuti, 1961. Кормовые растения сем. Ericaceae [5].
- sphenias* Meyrick, 1894. Кормовые растения сем. Ericaceae [14].
- synodias* Meyrick, 1932. Кормовые растения неизвестны.

Yponomeutinae Stephes, 1829

Banghaasia Friese, 1960

- ildefonsella* Friese, 1960. Кормовые растения неизвестны.

Cedestis Zeller, 1839

- exiguata* Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
- gysseleniella* Zeller, 1839. Кормовые растения сем. Pinaceae [2].
- subfasciella* (Stephens, 1834). Кормовые растения сем. Pinaceae [2].

***Euhypnomeuta* Toll, 1941**

- rotunda* Jin & Wang, 2009. Кормовые растения неизвестны.
secundus Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
stannella (Thunberg, 1778). Кормовые растения сем. Crassulaceae [2].

***Euhypnomeutoides* Gaj, 1954**

- albithoracellus* Gaj, 1954. Кормовые растения сем. Grossulariaceae, Saxifragaceae [2].
namikoa Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
ribesiella (de Joannis, 1900). Кормовые растения сем. Grossulariaceae [2].
trachydelta (Meyrick, 1931). Кормовые растения сем. Celastraceae [8].

***Eumonopyta* Moriuti, 1977**

- unicornis* Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.

***Kessleria* Nowicki, 1864**

- albanica* Friese, 1960. Кормовые растения неизвестны.
albescens (Rebel, 1899). Кормовые растения неизвестны.
albotaculata Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
alpicella (Stainton, 1851). Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
alternans (Staudinger, 1870). Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
brachypterella Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
brevicornuta Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
burmanni Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
caffischella (Frey, 1880). Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
diabolica Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
fasciapennella (Stainton, 1849). Кормовые растения сем. Celastraceae [15].
hauderi Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
helvetica Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
inexpectata Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
insubrica Huemer & Tarmann, 1993. Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
insulella Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
klimeschi Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
macedonica Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
mixta Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
nivescens Burmann, 1980. Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
petrobiella (Zeller, 1868). Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
pseudosericea Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
saxifragae (Stainton, 1868). Кормовые растения сем. Saxifragaceae [15].
wehrlii Huemer & Tarmann, 1991. Кормовые растения неизвестны.
zimmermanni Nowicki, 1864. Кормовые растения сем. Saxifragaceae [2].

***Klausius* Moriuti, 1977**

- major* Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
minor Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.

***Lamprosthia* Moriuti, 1977**

- lucella* Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.

***Metanomeuta* Meyrick, 1935**

- fulvicrinus* Meyrick, 1935. Кормовые растения неизвестны.
yuximus Jin & Wang, 2008. Кормовые растения неизвестны.

***Nyphonympha* Meyrick, 1914**

- dealbatella* (Zeller, 1847). Кормовые растения сем. Fagaceae [2].
vera Moriuti, 1963. Кормовые растения неизвестны.

***Ocnerostoma* Zeller, 1847**

- friesei* Svensson, 1966. Кормовые растения сем. Pinaceae [8].
piniariella Zeller, 1847. Кормовые растения сем. Pinaceae [2].

***Paradoxus* Stainton, 1869**

- fulgens* (Christoph, 1888). Кормовые растения неизвестны.
osyridellus (Stainton, 1869). Кормовые растения сем. Santalaceae [16].
restrictellus Chretien, 1915. Кормовые растения неизвестны.

Parahyponomeuta Toll, 1941

- bakeri* (Walsingham, 1894). Кормовые растения сем. Ericaceae [17].
egregiella (Duponchel, 1838). Кормовые растения сем. Ericaceae [2].

Paraswammerdamia Friese, 1960

- albicapitella* (Scharfenberg, 1865). Кормовые растения сем. Rosaceae [2].
conspersella (Tengström, 1848). Кормовые растения сем. Ericaceae [2].
iranella Friese, 1969. Кормовые растения сем. Rosaceae [18]
lapponica (Peterson, 1932). Кормовые растения сем. Betulaceae [18].
monticola Moriuti, 1977. Кормовые растения неизвестны.
nebulella (Goeze, 1783). Кормовые растения сем. Rosaceae [18].
ornichella Friese, 1960. Кормовые растения сем. Rosaceae [19].
rutiella Steuer, 1993. Кормовые растения неизвестны.

Pseudoswammerdamia Friese, 1960

- combinella* Hübner, 1786. Кормовые растения сем. Rosaceae [2].

Swammerdamia Hübner, 1825

- buraetella* Junnilainen, 2001. Кормовые растения неизвестны.
caesiella (Hübner, 1796). Кормовые растения сем. Betulaceae, Fagaceae [5; 8].
compunctella (Herrich-Schäffer, 1855). Кормовые растения сем. Rosaceae [2].
glaucaella Junnilainen, 2001. Кормовые растения неизвестны.
passerella (Zetterstedt, 1840). Кормовые растения сем. Betulaceae [8].
pyrella (de Villers, 1789). Кормовые растения сем. Rosaceae и Betulaceae [18].
sedella Moriuti, 1977. Кормовые растения сем. Crassulaceae [5].

Thecobathra Meyrick, 1922

- flavida* Yu & Li, 2001. Кормовые растения неизвестны.
nakoi Moriuti, 1963. Кормовые растения неизвестны.

Yponomeuta Latreille, 1796.

- albonigratus* Gershenson, 1972. Кормовые растения сем. Salicaceae [18].
anatolicus Stringer, 1930. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
bipunctellus Matsumura, 1931. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
cagnagellus (Hübner, 1813). Кормовые растения сем. Celastraceae [1; 18].
catharotis Meyrick, 1935. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
diffuallus Heinemann, 1870. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
eurinellus Zagulajev, 1969. Кормовые растения сем. Celastraceae [21].
evonymellus (Linnaeus, 1758). Кормовые растения сем. Rosaceae [18].
falkovitshi Gershenson & Ulenberg, 1998. Кормовые растения неизвестны.
gershensoni Sinev, 2008. Кормовые растения сем. Celastraceae [7].
gigas Rebel, 1892. Кормовые растения сем. Salicaceae [18].
griseatus Moriuti, 1977. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
irrorellus (Hübner, 1796). Кормовые растения сем. Celastraceae и Rosaceae [2].
kostjuki Gershenson, 1985. Кормовые растения неизвестны [18].
mahalebells Guenée, 1845. Кормовые растения сем. Rosaceae [3].
malinellus Zeller, 1838. Кормовые растения сем. Rosaceae [8; 18].
mayumivorellus Matsumura, 1931. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
meguronis Matsumura, 1931. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
menkeni Gershenson & Ulenberg, 1998. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
meridionalis Gershenson, 1972. Кормовые растения сем. Rosaceae [18].
montanatus Moriuti, 1977. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
nigrifimbriatus Christoph, 1882. Кормовые растения неизвестны.
orientalis Zagulajev, 1969. Кормовые растения сем. Rosaceae [18].
osakae Moriuti, 1977. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
padellus (Linnaeus, 1758). Кормовые растения сем. Rosaceae [2; 18].
paradoxus Gershenson, 1979. Кормовые растения неизвестны.
pauciflore Efremov, 1969. Кормовые растения сем. Celastraceae [9].
plumbellus (Denis & Schiffermüller, 1775). Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
polystictus Butler, 1879. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
polystigmellus Felder & Felder, 1862. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
refrigeratus Meyrick, 1931. Кормовые растения сем. Celastraceae [18].
rhamnellus Gershenson, 1974. Кормовые растения сем. Rhamnaceae [3].

rorrellus (Hübner, 1796). Кормовые растения сем. Salicaceae [18].
sedellus Treitschke, 1832. Кормовые растения сем. Crassulaceae [18].
sociatus Moriuti, 1972. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
spodocrossus Meyrick, 1935. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
tokyonella Matsumura, 1931. Кормовые растения сем. Celastraceae [5].
yanagawanus Matsumura, 1931. Кормовые растения сем. Crassulaceae [18].
zebra Sohn & Wu, 2010. Кормовые растения неизвестны.

Zelleria Stainton, 1849

abisella (Chrétien, 1910). Кормовые растения неизвестны.
oleastrella (Millière, 1864). Кормовые растения сем. Oleaceae [2].
plumbellus Staudinger, 1870. Кормовые растения неизвестны.
silvicolella Moriuti, 1977. Кормовые растения сем. Oleaceae [5].
wolffi Klimesch, 1983. Кормовые растения сем. Crassulaceae [18].

Таким образом, в настоящее время список молей-ипономеутид фауны Палеарктики включает 116 видов из 20 родов. В соответствии с трофической приуроченностью можно выделить следующие группы видов рассматриваемого семейства молей:

1. Представители самой большой по видовому разнообразию группы (24 вида из 4 родов) трофически связаны с бересклетовыми (Celastraceae) и повсеместно распространены в лесных и лесостепных ландшафтах Палеарктики. Большинство видов входят в состав рода *Yponomeuta* Latr. Единичные виды относятся к родам *Euhypnometoides* Gaj, *Zelleria* Stt. и *Kessleria* Now.
2. Наибольшим родовым разнообразием (4 рода, 14 видов) характеризуется группа видов, гусеницы которых питаются листьями розоцветных (Rosaceae) и входят в состав родов *Yponomeuta* Latr., *Swammerdamia* Hbn., *Paraswammerdamia* Friese, *Pseudoswammerdamia* Friese.
3. Группа молей из 12 видов, трофически приуроченных к камнеломковым (Saxifragaceae), представлена видами из 2 родов – *Kessleria* Now. и *Euhypnometoides* Gaj.
4. Три вида из 2 родов (*Swammerdamia* Hbn. и *Paraswammerdamia* Friese), гусеницы которых питаются листьями березовых (Betulaceae), распространены в древесно-кустарниковых ценозах Палеарктики.
5. Ипономеутиды, гусеницы которых питаются хвоей, относятся к 4 видам из 2 родов (*Cedestis* Zell., *Ocnorostoma* Zell.), это узкие олигофаги, жизненный цикл которых связан исключительно с хвойными растениями (Pinaceae).
6. Три вида молей из рода *Yponomeuta* Latr. приурочены к ивовым (Salicaceae), в том числе эндемик (*Yponomeuta gigas* Reb.), обитающий на Канарских островах, 2 вида из рода *Euhypnometoides* Gaj. относятся к фитофагам, характерными для ценозов с крыжовниковыми (Grossulariaceae), в том числе для альпийских растительных ассоциаций Западной Европы.
8. Два вида из рода *Zelleria* Stt. трофически приурочены к маслиновым (Oleaceae) и распространены, в частности, на оливковых плантациях.
9. Четыре вида из 4 родов (*Yponomeuta* Latr., *Euhypnometoides* Toll, *Zelleria* Stt. и *Swammerdamia* Hbn.) объединяют палеарктических представителей, гусеницы которых питаются листьями толстянковых (Crassulaceae).
10. Пять видов из 3 родов (*Saridorsella* Meyr., *Paraswammerdamia* Friese, *Parahypnometoides* Toll) трофически связаны с вересковыми (Ericaceae).
11. Гусеницы монофага *Yponomeuta rhamnella* Gersh. питаются листьями крушиновых (Rhamnaceae).
12. Два вида из 2 родов (*Nyphomyia* Meyr., *Paradoxus* Stt.) трофически приурочены к семейству Fagaceae.
13. В роде *Paradoxus* Stt. у одного вида кормовое растение из сем. Santalaceae.

Для 41 вида из 17 родов кормовые растения гусениц неизвестны.

Выделенные на основе трофических связей перечисленные группы видов можно рассматривать как своеобразную цепочку биотических компонентов, в состав которых входят отмеченные роды и виды молей-ипономеутид, приуроченные в зависимости от кормовых растений их гусениц к конкретным фитоассоциациям.

Заключение. В статье впервые представлен современный дополненный и уточненный список 116 видов из 20 родов молей-ипономеутид фауны Палеарктики. Впервые охарактеризована трофическая приуроченность указанных микрочешуекрылых-фитофагов, среди которых есть виды – первостепенные вредители древесно-кустарниковой растительности, в том числе ценных плодовых культур. Установленное таксономическое разнообразие рассмотренного семейства молей-фитофагов с указанием кормовых растений гусениц конкретных видов необходимо для рациональной разработки научно обоснованной защиты фитоценозов от вредителей-фитофагов в условиях различных ландшафтных зон Палеарктики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Staudinger, O. Catalog der Lepidopteren des Palaearctischen Faunengebietes / O. Staudinger, H. Rebel. – Berlin: R. Friedländer & Sohn, 1901. – Bd. 2. – 368 s.
2. Friesse, G. Revision paläarktischen Yponomeutidae unter besonderer Berücksichtigung der Genitalien / G. Friesse // Beiträge zur Entomologie. – 1960. – Bd. 10, № 1/2. – S. 1–131.
3. Гершензон, З.С. Ипомеутиды, Априрестиды (Yponomeutidae, Argysthiidae) / З.С. Гершензон. – Киев: Наукова думка, Фауна України, 1974. – Т. 15, вып. 6. – 132 с.
4. Agassiz, D. Yponomeutidae / D. Agassiz & G. Friesse // Karsholt, O. & Razowski, J. (eds.). The Lepidoptera of Europe. – Stenstrup: Apollo Books, 1996. – P. 55–58.
5. Moriuti, S. Fauna Japonica: Yponomeutidae s.lat. / S. Moriuti. – Tokyo: Keigaku Pub. Co., 1977. – 327 p.
6. Lerau, P.J.A. Liste systématique et synonymique des Lépidoptères de France, Belgique et Corse / P.J.A. Lerau. – Paris: Alexanor (suppl.), 1997. – 526 p.
7. Синева, С.Ю. Семейство Yponomeutidae, сем. Argysthiidae / С.Ю. Синева // Каталог чешуекрылых России. – СПб.–М.: Изд.КМК, 2008. – С. 55–58.
8. Agassiz, D.J.L. Yponomeutidae (including Roeslerstammidae) / D.J.L. Agassiz // The Moths and Butterflies of Great Britain and Ireland. – Vol. 3: Yponomeutidae – Elachistidae – Colchoster Harley Books, 1996. – 432 p.
9. Ефремов, В.Ф. Характеристика морфологических признаков некоторых восточных видов горностаевых молей / В.Ф. Ефремов // Биол. сб. Благовещенского пед. ин-та, 1969. – С. 25–33.
10. Karsholt, O. The Lepidoptera of Europe. A Distribution Checklist / O. Karsholt & J. Razowski. – Stenstrup: Apollo Books, 1996. – 380 p.
11. Загуляев, А.К. Новые виды рода Yponomeuta Latr. с Дальнего Востока / А.К. Загуляев // Энтомологическое обозрение. – 1969. – Т. 48, № 1. – С. 193–198.
12. Zimmerman, E.C. A Manual of the Insects of the Hawaiian Islands. Insects Hawaii / E.C. Zimmerman. – Honolulu: Univ. Press of Hawaii, 1978. – Vol. 9, part 1. – P. 7.
13. Lewis, J.A. World Catalogue of Insects / J.A. Lewis and J.C. Sohn. – Leiden: Brill, 2015. – Vol. 12: Lepidoptera: Yponomeutidae I. – 253 p.
14. Moriuti, S. Japanese species of Saridoscelis Meyrick / S. Moriuti // Transactions of the Lepidopterological Society of Japan, 1961. – Vol. 11, № 4. – P. 64–69.
15. Huemer, P. Westpaläarktische Gespinnstmotten der Gattung Kessleria Nowicki / P. Huemer & G. Tarmann // Entomologischen Gesellschaft. – 1991. – № 481. – S. 1–110.
16. Millière, P. Description de nouvelles espèces de microlépidoptères / P. Millière // Annales de la Société entomologique de France, 1854. – P. 59–68.
17. Aguiar, A.M.E. A Systematic catalogue of the entomofauna of the Madeira Archipelago and Selvagens Islands. Lepidoptera / A.M.F. Aguiar & O. Karsholt // Boletim do Museu Municipal do Funchal (Historia Natural), 2006. – Vol. 1. – Suppl. 9. – P. 5–139.
18. Gershenson, Z.S. The Yponomeutinae (Lepidoptera) of the World exclusive of the Americas / Z.S. Gershenson and S.A. Ulenberg. – Amsterdam: Keninklijke Nederland Akademie van Wetenschappen Verhandelungen Afdeling Naturkunde, 1998. – 202 p.
19. Гершензон, З.С. Список горностаевых молей / Lepidoptera, Yponomeutidae фауны СССР / З.С. Гершензон // Тр. Всесоюз. энтомол. о-ва. – 1986. – Т. 67. – С. 10–19.

REFERENCES

1. Staudinger, O. Catalog der Lepidopteren des Palaearctischen Faunengebietes / O. Staudinger, Rebel H. – Berlin: R. Friedländer & Sohn, 1901. – Bd. 2. – 368 s.
2. Friesse, G. Revision paläarktischen Yponomeutidae unter besonderer Berücksichtigung der Genitalien / G. Friesse // Beiträge zur Entomologie, 1960. – Bd. 10. – № 1/2. – S. 1–131.
3. Gershenson Z.S. Yponomeutidae, Argysthiidae [Yponomeutidae, Argysthiidae], Kiev, Naukova Dumka, Fauna of Ukraine, 1974, 15(6), 132 p.
4. Agassiz, D. Yponomeutidae / D. Agassiz & G. Friesse. – In: In Karsholt, O. & Razowski, J. (eds.), The Lepidoptera of Europe. – Stenstrup: Apollo Books, 1996. – P. 55–58.
5. Moriuti, S. Fauna Japonica: Yponomeutidae s.lat. / S. Moriuti. – Tokyo: Keigaku Pub. Co., 1977. – 327 p.
6. Lerau, P.J.A. Liste systématique et synonymique des Lépidoptères de France, Belgique et Corse / P.J.A. Lerau. – Paris: Alexanor (suppl.), 1997. – 526 p.
7. Sinev S.Yu. Katalog cheshuyekrylykh Rossii [Catalog of Lepidoptera of Russia], 2008, pp. 55–58.
8. Agassiz, D.J.L. Yponomeutidae (including Roeslerstammidae) / D.J.L. Agassiz // The Moths and Butterflies of Great Britain and Ireland. Vol. 3. Yponomeutidae – Elachistidae – Colchoster Harley Books, 1996. – 432 p.
9. Efremov V.F. Biologicheskii sbornik Blagoveshchenskogo pedagogicheskogo instituta [Biological Collection of Blagoveshchensk Pedagogical Institute], 1969, pp. 25–33.
10. Karsholt, O. The Lepidoptera of Europe. A Distribution Checklist / O. Karsholt & J. Razowski. – Stenstrup: Apollo Books, 1996. – 380 p.
11. Zagulyayev A.K. Entomologicheskoye Obozreniye [Entomological Review], 1969, 48(1), pp. 193–198.
12. Zimmerman, E.C. A Manual of the Insects of the Hawaiian Islands. Insects Hawaii / E.C. Zimmerman. – Honolulu: Univ. Press of Hawaii, 1978. – Vol. 9, part 1. – P. 7.
13. Lewis, J.A. World Catalogue of Insects. Vol. 12. Lepidoptera: Yponomeutidae I / J.A. Lewis and J.C. Sohn. – Leiden: Brill, 2015. – 253 p.
14. Moriuti, S. Japanese species of Saridoscelis Meyrick / S. Moriuti Transactions of the Lepidopterological Society of Japan, 1961. – Vol. 11. – № 4. – P. 64–69.
15. Huemer, P. Westpaläarktische Gespinnstmotten der Gattung Kessleria Nowicki / P. Huemer & G. Tarmann // Entomologischen Gesellschaft., 1991. – № 481. – S. 1–110.
16. Millière P. Description de nouvelles espèces de microlépidoptères / P. Millière // Annales de la Société entomologique de France., 1854. – P. 59–68.
17. Aguiar A.M.E. A Systematic catalogue of the entomofauna of the Madeira Archipelago and Selvagens Islands. Lepidoptera / A.M.F. Aguiar & O. Karsholt // Boletim do Museu Municipal do Funchal (Historia Natural), 2006. – Vol. 1. – Suppl. 9. – P. 5–139.
18. Gershenson, Z.S. The Yponomeutinae (Lepidoptera) of the World exclusive of the Americas / Z.S. Gershenson and S.A. Ulenberg. – Amsterdam: Keninklijke Nederland Akademie van Wetenschappen Verhandelungen Afdeling Naturkunde, 1998. – 202 p.
19. Gershenson Z.S. Trudy Vsesoyuznogo Entomologicheskogo Obshchestva [Works by Union Entomological Society], 1986, 67, pp. 10–19.

Поступила в редакцию 03.01.2017

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

Оценка степени антропогенной нагрузки на почвы г. Витебска по основным диагностическим показателям

М.А. Шорец, Д.А. Орлова, О.М. Балаева-Тихомирова
Учреждение образования «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова»

В результате антропогенной деятельности ионы тяжелых металлов, попадая в почву, включаются в естественные циклы, нарушая нормальное функционирование почвенных ферментов и, как следствие, всей почвенной системы.

Цель работы – оценить степень антропогенной нагрузки на почвы г. Витебска по содержанию подвижных форм металлов и ее ферментативной активности.

Материал и методы. Материалом исследования были почвы с различной антропогенной нагрузкой. Исследовались основные диагностические показатели состояния почвы: концентрации подвижных форм химических элементов в почве (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}); активность почвенных ферментов (каталазы, уреазы, протеазы, инвертазы). Спектрофотометрическими и титриметрическими методами была установлена зависимость основных диагностических показателей друг от друга.

Результаты и их обсуждение. Ферментативная активность, концентрация тяжелых металлов и степень антропогенной нагрузки на почву являются основными диагностическими показателями, характеризующими экологическое состояние почв, испытывающих интенсивное антропогенное влияние. Данные показатели находятся в тесной взаимосвязи: на ферментативную активность почв (эколого-функциональное состояние почвы) влияет содержание ионов тяжелых металлов, концентрация которых зависит от степени антропогенного воздействия на данную почву.

Концентрация ионов цинка во всех группах почв значительно превышает ПДК. Концентрация ионов меди незначительно превышает ПДК. Концентрация ионов свинца в данных группах почв низкая по сравнению с данными ПДК. Содержание ионов железа и ртути очень низкое по сравнению с данными ПДК.

Активность каталазы и протеазы в группе 3, уреазы в группе 4 высокая по сравнению со средней активностью фермента. Активность каталазы в группах 1–3, 6, протеазы в группах 1, 2, 4, 5, инвертазы в группах 1–6, уреазы в группе 2 средняя. Низкая активность фермента зафиксирована у каталазы в группе 5, у протеазы в группе 6, у уреазы в группах 1, 3, 5, 6.

Заключение. Выявлено, что чем больше концентрация ионов тяжелых металлов находится в почве, тем слабее активность почвенных ферментов. Отмечено: наибольшая концентрация ионов металлов обнаружена в почве вблизи железной дороги, что сопряжено со сниженной активностью почвенных ферментов, а наименьшая концентрация ионов тяжелых металлов – в парке имени Фрунзе, что сочетается с наибольшей ферментативной активностью почвы.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, ферментативная активность, подвижные формы, антропогенная нагрузка.

Key Diagnostic Parameters Assessment of Anthropogenic Load on the Soil of Vitebsk

M.A. Shorets, D.A. Orlova, O.M. Balayeva-Tikhomirova
Educational Establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

As a result of human activity, heavy metal ions, when which get into soil, are included in the natural cycle, disrupting the normal functioning of soil enzymes, and as a consequence, the entire soil system.

The purpose is to estimate the degree of anthropogenic load on the soil of Vitebsk from the point of view of the content of mobile forms of metals and its enzymatic activity.

Material and methods. The material of the study was the soil with different anthropogenic pressure. Main diagnostic indicators of soil condition were investigated: concentration of mobile forms of chemical elements in the soil (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}); activity of soil enzymes (catalase, urease, protease, invertase). Titrimetric and spectrophotometric methods identified the dependence of the main diagnostic indicators from each other.

Findings and their discussion. Enzyme activities, the concentration of heavy metals and degree of anthropogenic load on soil are key diagnostic indicators characterizing the ecological condition of soils undergoing intensive anthropogenic influence. These indicators are closely interrelated: the enzymatic activity of soils (ecological and functional condition of the soil) is affected by the content of heavy metal ions, the concentration of which depends on the extent of human impact on certain soil.

The concentration of zinc ions in all soil groups is much higher than the MPC. The concentration of copper ions is slightly higher than the MPC. The concentration of lead ions in these groups of soils is low in comparison with the MPC data. The content of iron ions and mercury is very low in comparison with the MPC data.

The activity of catalase and protease in group 3, urease in group 4, is high in comparison with the average activity of the enzyme. Catalase activity in groups 1 to 3, 6, proteases in groups 1, 2, 4, 5, invertase in groups 1–6, urease in group 2 is medium. Low activity of the enzyme, was recorded in catalase in group 5, in protease in group 6, in urease in groups 1, 3, 5, 6.

Conclusion. It was revealed that the greater the concentration of heavy metals in the soil is, the less the activity of soil enzymes. It is noted that the largest concentration of metal ions was found in the soil near the railway, which is associated with the lower activity of soil enzymes, while the lowest concentration of heavy metal ions is in Frunze Park and it is combined with the highest enzymatic activity of soil.

Key words: soil, heavy metals, enzymatic activity, mobile forms, anthropogenic load.

В условиях возросшей антропогенной нагрузки на биосферу планеты почва как элемент природной системы, находящийся в динамичном равновесии со всеми другими компонентами, подвергается деградационным процессам.

Среди различных биологических критериев оценки антропогенного влияния на почвы наиболее оперативными и перспективными являются биохимические показатели, дающие сведения о динамике важнейших ферментативных процессов в почве: синтеза и разложения органического вещества, нитрификации и других процессов. Среди поллютантов, поступающих в окружающую среду в результате антропогенного загрязнения, важную роль играют тяжелые металлы [1]. Ферментативная активность почв оказывает каталитическое воздействие на процессы превращения экзогенных и собственных органических и минеральных соединений. Уровень ферментативной активности почв определяется активностью основных ферментов (инвертазы, протеазы, уреазы, каталазы), он тесно связан со степенью внешнего влияния на почву [2].

Оценка взаимосвязи содержания ионов тяжелых металлов и активности ферментов почвы в сочетании с влиянием антропогенных факторов является наиболее целостной для установления состояния почвенного покрова и поиска путей к прекращению деградационных процессов, протекающих в ней.

Цель работы – оценить степень антропогенной нагрузки на почвы г. Витебска по содержанию подвижных форм металлов и ее ферментативной активности.

Материал и методы. Материалом исследования были почвы с различной антропогенной нагрузкой. Выявлялись основные диагностические показатели состояния почвы: концентрации подвижных форм химических элементов в почве (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}); активность почвенных ферментов (каталазы, уреазы, протеазы, инвертазы).

Перед исследованием основных диагностических показателей почвы классифицировались по месту сбора, влиянию неблагоприятных факторов и типу почвы (табл. 1).

Таблица 1

Места сбора проб почвы и их характеристика

№	Место сбора проб почвы	Антропогенные факторы, влияющие на почву	Тип почвы
1.	Завод «Витязь»	Почва взята вблизи предприятия	Дерновоподзолистая, легкосуглинистая, слабогумусная, на средних суглинках
2.	ТЦ «Эвиком»	Почва взята в оживленном месте с большим скоплением выхлопных газов	Дерновоподзолистая, супесчаная, легкосуглинистая, на средних суглинках
3.	Парк имени Фрунзе	Почва взята вдали от дороги, в низине	Дерновоподзолистая, среднесуглинистая, слабогумусная, на песках
4.	Пр-т Фрунзе	Почва взята в центре города, вблизи автомобильной дороги	Дерновоподзолистая, супесчаная, среднесуглинистая, слабогумусная, на песках
5.	Прибрежная зона р. Западной Двины	Почва взята возле воды, в оживленном месте	Несвязный песок
6.	Вблизи железной дороги	Почва взята в месте скопления большого количества транспорта	Дерновоподзолистая, супесчаная, среднегумусная, кислая, на песках

Методика отбора проб почвы: пробы почв отбирались в местах с различной антропогенной нагрузкой в г. Витебске в период с сентября по октябрь. Верхний растительный слой почвы убирался, и на глубине 20 см отбиралась опытная проба, помещалась в стеклянный сосуд с притертой крышкой. Пробы почвы в каждой из зон отбирались на расстоянии 10 метров друг от друга. Анализ почвы проводился в течение 3 недель с момента сбора проб, чтобы избежать нарушения почвенного состава.

Определение содержания в почве железа (III) проводилось спектрофотометрическим методом на основании образования окрашенных комплексных соединений сульфосалициловой кислоты с солями железа (III) [3]. Концентрация меди (II) определялась спектрофотометрическим методом по окрашенным комплексам ионов металла с аммиаком [4]. Определение ионов цинка (II) проводилось титриметрическим методом на основании образования комплексов ионов металлов с аминополикарбоновыми кислотами. Определение ионов свинца (II) основано на их осаждении из растворов, содержащих цианиды щелочных металлов. Метод определения ионов ртути (II) основан на разложении ртути в почве смесью кислот с последующим восстановлением хлоридом олова [5].

Титриметрический метод определения каталазной активности почвы базируется на измерении количества неразложившейся перекиси с образованием окрашенных комплексов [6]. Определения активности уреазы почвы проводилось спектрофотометрическим методом, основанным на учете количества аммиака, образующегося при гидролизе карбамида [7]. Спектрофотометрическое определение активности протеазы основано на учете количества аминокислот, образующихся при протеолизе внесенных в почву белков, путем связывания их в окрашенные комплексы [8]. Методы определения активности инвертазы почв основаны на количественном учете восстанавливающих сахаров по Бертрану и изменении оптических свойств раствора сахарозы до и после воздействия фермента, при этом использовался спектрофотометрический метод исследования (метод Ф.Х. Хозиева) [9].

По завершении опыта были сопоставлены полученные результаты у групп между собой и с данными литературы по предельно допустимой концентрации каждого металла.

ПДК цинка – 23,0 мг/кг почвы, меди – 3,0 мг/кг почвы, железа – 5,0 мг/кг почвы, ртути – 2,1 мг/кг почвы, свинца – 6,0 мг/кг почвы [10].

Ферментативная активность почвы определялась для каждой группы и сравнивалась с активностью фермента между группами и данными литературы, где характеризуется средняя активность фермента, которая может фиксироваться в почвах [10].

Средняя активность каталазы – $3-10 \text{ см}^3 \text{ O}_2$ на г за 1 мин, уреазы – 10–30 мг NH_3 на 10 г за 24 ч, протеазы – 1–2 мг альбумина на 10 г за 24 ч, инвертазы – 10–50 мг $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ /г/сут.

Математическую обработку полученных результатов проводили методами параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2010, STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. При исследовании почв с различной антропогенной нагрузкой было определено содержание основных металлов, оказывающих воздействие на показатели эколого-функционального состояния почвы (табл. 2–6).

Изучение концентрации подвижных форм цинка выявило следующие закономерности (табл. 2).

Таблица 2

Концентрация ионов цинка в почве (мг/кг почвы) ($M \pm m$)		
№	Место отбора проб почвы	Zn ²⁺
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	$73,12 \pm 3,44^6$
2.	Р-н ТЦ «Эвиком» (n=9)	$68,87 \pm 0,95^6$
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	$60,66 \pm 4,51^6$
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	$87,21 \pm 3,07^{1-3,6}$
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	$46,04 \pm 2,40^{1,2,4,6}$
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	$121,33 \pm 5,26^{1-6}$

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с ПДК.

Наибольшая концентрация ионов цинка обнаружена в почве вблизи железной дороги, а наименьшая – в почве прибрежной зоны реки Западной Двины. Значения отличаются между собой в 2,6 раза. Значения вблизи железной дороги больше значения в р-не завода «Витязь» в 1,6 раза, в р-не ТЦ «Эвиком» – в 1,7 раза, в парке имени Фрунзе – в 2,0 раза, возле проезжей части по пр-ту Фрунзе – в 1,4 раза.

Сравнив полученные данные с предельно допустимой концентрацией, наблюдаем превышение во всех исследуемых нами зонах. В р-не завода «Витязь» значение концентрации ионов цинка превышает значение ПДК в 3,1 раза, в р-не ТЦ «Эвиком» – в 2,9 раза, в парке имени Фрунзе – в 2,6 раза, возле проезжей части по пр-ту Фрунзе – в 3,7 раза, в прибрежной зоне реки Западной Двины – в 2,0 раза, вблизи железной дороги – в 5,3 раза.

Цинк поступает в придорожное пространство в результате истирания различных деталей, эрозии оцинкованных поверхностей, износа шин, за счет использования в маслах присадок, содержащих этот металл. Так, в качестве антиокислительных присадок к моторным маслам применяют диалкил- и диарилдифосфаты цинка, которые улучшают также антикоррозионные свойства и уменьшают износ деталей. Массовая доля цинка в моторных маслах для бензиновых двигателей составляет 0,09–0,12%, в маслах для дизельных двигателей — 0,05–0,1%. После отказа от использования соединений кадмия в процессах вулканизации резины и замены их соединениями цинка истирание автомобильных шин также стало одним из источников накопления этого металла вдоль дорог. В последнее время для борьбы с коррозией широко применяется за рубежом и интенсивно внедряется у нас оцинковка кузовных деталей автомобилей, прежде всего днища, что влечет за собой дополнительное поступление цинка в придорожное пространство. Из-за этих процессов вдоль автомобильных дорог формируются геохимические аномалии цинка.

В результате исследования ионов меди в отобранных образцах почвы установлена (табл. 3) наибольшая и наименьшая концентрация ионов меди вблизи железной дороги и в р-не ТЦ «Эвиком» соответственно, значения отличаются между собой в 10,0 раза. Значение вблизи железной дороги превышает значение в р-не завода «Витязь» в 4,2 раза, в парке имени Фрунзе – в 6,8 раза, в прибрежной зоне реки Западной Двины – в 4,5 раза, возле проезжей части по пр-ту Фрунзе отличия незначительные.

Таблица 3

Концентрация ионов меди в почве (мг/кг почвы) ($M \pm m$)		
№	Место отбора проб почвы	Cu ²⁺
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	1,29 ± 0,029 ⁶
2.	Р-н ТЦ «Эвиком» (n=9)	0,51 ± 0,007 ^{1, 6}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	0,79 ± 0,007 ^{1, 2, 6}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	4,84 ± 0,186 ^{1-3, 6}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	1,19 ± 0,181 ^{4, 6}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	5,43 ± 0,086 ¹⁻⁶

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с ПДК.

При сравнении полученных данных со значением ПДК установлено превышение возле проезжей части по пр-ту Фрунзе в 1,6 раза, вблизи железной дороги – в 1,8 раза, в остальных местах полученные значения концентрации ионов меди в почве не превышают предельно допустимую концентрацию.

Поступление меди в почву происходит вследствие выброса при высокотемпературных процессах: черной и цветной металлургии (УП «Витебсквторчермет»), сжигании минерального топлива. Воздушными потоками выбросы переносятся на большие расстояния (до 10 км), причем большая их часть выпадает на расстоянии 1–3 км от эпицентра. При изучении концентрации ионов железа были установлены следующие закономерности: табл. 4.

Наибольшая концентрация ионов железа установлена в почве вблизи железной дороги, а наименьшая – в парке имени Фрунзе, значения отличаются между собой в 8,6 раза. Значение вблизи железной дороги превышает значение в р-не завода «Витязь» в 6,2 раза, в р-не ТЦ «Эвиком» – в 6,6 раза, возле проезжей части по пр-ту Фрунзе – в 2,5 раза, в прибрежной зоне реки Западной Двины – в 1,5 раза.

При сравнении полученных данных с предельно допустимой концентрацией железа установлено превышение в почве вблизи железной дороги в 1,3 раза. В остальных местах значения в норме, не превышают ПДК.

Таблица 4

Концентрация ионов железа (мг/кг почвы) ($M \pm m$)		
№	Место отбора проб почвы	Fe ³⁺
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	1,04 ± 0,036 ⁶
2.	Р-н ТЦ «Эвиком» (n=9)	0,98 ± 0,051 ⁶
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	0,76 ± 0,052 ^{1, 2, 6}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	2,57 ± 0,160 ^{1-3, 6}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	4,36 ± 0,103 ^{1-4, 6}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	6,53 ± 0,198 ¹⁻⁶

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с ПДК.

Такое содержание железа в почве обусловлено тем, что вблизи железной дороги происходят сброс сточных вод, разлив продуктов нефтепереработки, коррозия металлов, в результате чего железо поступает в почву.

При изучении концентрации ионов ртути определены следующие закономерности: табл. 5.

Таблица 5

Концентрация ионов ртути (мг/кг почвы) ($M \pm m$)		
№	Место отбора проб почвы	Hg ²⁺
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	0,025 ± 0,002 ⁶
2.	Р-н ТЦ «ЭвиКом» (n=9)	0,031 ± 0,003 ^{1, 6}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	0,021 ± 0,001 ^{1, 2, 6}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	0,030 ± 0,002 ^{1, 3, 6}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	0,024 ± 0,001 ^{2, 4, 6}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	0,029 ± 0,003 ^{1, 3, 5, 6}

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с ПДК.

Наибольшая и наименьшая концентрация ионов ртути установлена в р-не ТЦ «ЭвиКом» и в парке имени Фрунзе соответственно, значения отличаются между собой в 1,4 раза. При сравнении полученных значений между собой установлено, что отличия незначительны. Все полученные значения не превышают ПДК.

Загрязнение почвы ртутью происходит с попаданием в нее пестицидов, различных бытовых отходов, например люминесцентных ламп, элементов испорченных измерительных приборов.

Изучение концентрации ионов свинца выявило следующие закономерности: табл. 6.

Наибольшая концентрация ионов свинца установлена вблизи железной дороги, а наименьшая – в р-не завода «Витязь», значения отличаются в 1,7 раза. Значение вблизи железной дороги превышает значение в р-не ТЦ «ЭвиКом» в 1,4 раза, в парке имени Фрунзе – в 1,6 раза, возле проезжей части по пр-ту Фрунзе и в прибрежной зоне реки Западной Двины существенных отличий нет.

Таблица 6

Концентрация ионов свинца (мг/кг почвы) ($M \pm m$)		
№	Место отбора проб почвы	Pb ²⁺
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	1,26 ± 0,07 ⁶
2.	Р-н ТЦ «ЭвиКом» (n=9)	1,51 ± 0,09 ^{1, 6}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	1,36 ± 0,08 ^{1, 2, 6}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	1,78 ± 0,11 ^{1-3, 6}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	1,98 ± 0,13 ^{1-4, 6}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	2,21 ± 0,14 ¹⁻⁶

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с ПДК.

При сравнении полученных данных концентрации ионов свинца в почве с предельно допустимой концентрацией установлено, что все значения в норме, превышения ПДК не наблюдаются.

Большое количество свинца поступает в почву с выделением выхлопных газов.

При исследовании почв с различной антропогенной нагрузкой были определены активности почвенных ферментов, оказывающих воздействие на показатели эколого-функционального состояния почвы (табл. 7–10).

Исследование каталазной активности почвы выявило следующие закономерности: табл. 7.

Таблица 7

Активность каталазы (мг/г сыт) ($M \pm m$)		
№	Почва и место ее сбора	Активность каталазы
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	8,3 ± 0,72 ^{6, 8}
2.	Р-н ТЦ «ЭвиКом» (n=9)	4,3 ± 0,34 ^{1, 6, 7, 8}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	12,5 ± 0,94 ¹⁻⁸

Окончание табл. 7

4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	7,0 ± 0,53 ^{1-3, 6, 8}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	2,8 ± 0,22 ^{1-4, 6, 7, 8}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	5,4 ± 0,47 ^{1, 2, 6, 8}

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с низкой активностью фермента; ⁷P < 0,05 по сравнению со средней активностью фермента; ⁸P < 0,05 по сравнению с высокой активностью фермента.

Наибольшая активность каталазы установлена в парке имени Фрунзе, а наименьшая – в прибрежной зоне реки Западной Двины, значения отличаются между собой в 4,4 раза. Значение в парке имени Фрунзе превышает значение в р-не завода «Витязь» в 1,5 раза, в р-не ТЦ «Эвиком» – в 2,9 раза, возле проезжей части по пр-ту Фрунзе – в 1,7 раза, вблизи железной дороги – в 2,3 раза.

В парке имени Фрунзе высокая каталазная активность почвы, во всех остальных местах – средняя активность.

Исследование активности протеазы выявило следующие закономерности: табл. 8.

Таблица 8

Активность протеазы (мг глицина/г/сут) (*M±m*)

№	Почва и место ее сбора	Активность протеазы
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	1,22 ± 0,03 ⁶⁻⁸
2.	Р-н ТЦ «Эвиком» (n=9)	1,61 ± 0,03 ^{1, 6, 8}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	4,86 ± 0,23 ^{1-5, 6, 7, 8}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	1,25 ± 0,04 ^{2, 3, 6, 7, 8}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	1,54 ± 0,04 ^{1-4, 6, 8}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	0,83 ± 0,02 ^{1, 2, 7, 8}

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с низкой активностью фермента; ⁷P < 0,05 по сравнению со средней активностью фермента; ⁸P < 0,05 по сравнению с высокой активностью фермента.

Наибольшая и наименьшая протеазная активность установлена в парке имени Фрунзе и вблизи железной дороги соответственно, значения отличаются между собой в 5,8 раза. Значение в парке имени Фрунзе больше значения в р-не завода «Витязь» и возле проезжей части по пр-ту Фрунзе в 3,9 раза, в р-не ТЦ «Эвиком» и в прибрежной зоне реки Западной Двины – в 3,1 раза.

Вблизи железной дороги установлена слабая активность протеазы, в парке имени Фрунзе – очень высокая активность протеазы, во всех остальных местах наблюдается средняя активность фермента.

Исследование активности инвертазы выявило следующие закономерности: табл. 9.

Наибольшая активность инвертазы установлена в р-не завода «Витязь», а наименьшая – вблизи железной дороги и в р-не ТЦ «Эвиком», значения отличаются между собой в 2,3 раза. Значение в р-не завода «Витязь» больше значения возле проезжей части по пр-ту Фрунзе в 2,1 раза, в прибрежной зоне реки Западной Двины – в 1,7 раза, в парке имени Фрунзе незначительные отличия.

Таблица 9

Активность инвертазы (мг глюкозы/г/сут) (*M±m*)

№	Почва и место ее сбора	Активность инвертазы
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	34,2 ± 5,0 ^{6, 8}
2.	Р-н ТЦ «Эвиком» (n=9)	14,8 ± 1,8 ^{1, 6, 8}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	26,1 ± 3,4 ^{1-5, 6, 8}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	15,8 ± 1,9 ^{1-3, 6, 8}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	19,7 ± 2,8 ^{1-4, 6, 8}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	14,6 ± 1,3 ^{1, 6, 8}

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с низкой активностью фермента; ⁷P < 0,05 по сравнению со средней активностью фермента; ⁸P < 0,05 по сравнению с высокой активностью фермента.

Слабая активность инвертазы установлена в р-не ТЦ «Эвиком» и вблизи железной дороги, во всех остальных местах активность инвертазы средняя.

Исследование активности уреазы выявило следующие закономерности: табл. 10.

Наибольшая активность уреазы установлена возле проезжей части по пр-ту Фрунзе, а наименьшая – в прибрежной зоне реки Западной Двины, значения отличаются между собой в 19,0 раза. Значение возле проезжей части по пр-ту Фрунзе превышает значение в р-не завода «Витязь» в 11,0 раза, в р-не ТЦ «Эвиком» – в 6,7 раза, в парке имени Фрунзе – в 9,1 раза, вблизи железной дороги – в 13,5 раза.

Таблица 10

Активность уреазы (мг NH ₃ /10г/сут) (M±m)		
№	Почва и место ее сбора	Активность уреазы
1.	Р-н завода «Витязь» (n=9)	7,29 ± 0,6 ⁶⁻⁸
2.	Р-н ТЦ «Эвиком» (n=9)	12,01 ± 1 ^{1,6,7,8}
3.	Парк имени Фрунзе (n=9)	8,86 ± 0,9 ^{1-5,6,7,8}
4.	Возле проезжей части по пр-ту Фрунзе (n=9)	80,91 ± 9,2 ^{1-3,6,7}
5.	Прибрежная зона реки Западной Двины (n=9)	4,25 ± 0,4 ^{1-4,7,8}
6.	Вблизи железной дороги (n=9)	5,97 ± 0,5 ^{1,2,7,8}

Примечание: ¹P < 0,05 по сравнению с группой 1; ²P < 0,05 по сравнению с группой 2; ³P < 0,05 по сравнению с группой 3; ⁴P < 0,05 по сравнению с группой 4; ⁵P < 0,05 по сравнению с группой 5; ⁶P < 0,05 по сравнению с низкой активностью фермента; ⁷P < 0,05 по сравнению со средней активностью фермента; ⁸P < 0,05 по сравнению с высокой активностью фермента.

Слабая активность уреазы установлена в р-не завода «Витязь», в парке имени Фрунзе, в прибрежной зоне реки Западной Двины и вблизи железной дороги, в р-не ТЦ «Эвиком» – средняя активность уреазы, а возле проезжей части по пр-ту Фрунзе высокая активность фермента.

В результате исследований было определено содержание подвижных форм металлов, исследована активность ферментов. Согласно полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Определение подвижных форм металлов в почве (Cu²⁺, Fe³⁺, Hg²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺) показало, что содержание того или иного иона металла зависит от места сбора и типа почвы. Исходя из результатов исследований концентрации ионов металлов и в сравнении их с ПДК металлов в почве, концентрация ионов цинка во всех группах почв значительно превышает ПДК. Концентрация ионов меди незначительно превышает ПДК. Концентрация ионов свинца в данных группах почв низкая по сравнению с данными ПДК. Содержание ионов железа и ртути очень низкое по сравнению с данными ПДК.

2. Исходя из результатов исследований активности ферментов и в сравнении их со шкалой сравнительной оценки ферментативной активности почвы, можно сделать вывод о том, что активность каталазы и протеазы в группе 3, уреазы в группе 4 высокая по сравнению со средней активностью фермента. Активность каталазы в группах 1–3, 6, протеазы в группах 1, 2, 4, 5, инвертазы в группах 1–6, уреазы в группе 2 средняя. Низкая активность фермента зафиксирована у каталазы в группе 5, у протеазы в группе 6, у уреазы в группах 1, 3, 5, 6.

Концентрация ионов тяжелых металлов и ферментативная активность почв являются значимыми характеристиками состояния почвенного покрова и служат основными диагностическими показателями, характеризующими степень влияния человека и его деятельности на процессы, протекающие в почве и позволяющие оценивать степень ее деградации и возможности использования.

Заключение. Выявлено, что чем больше концентрация ионов тяжелых металлов в почве, тем слабее активность почвенных ферментов. Отмечено: наибольшая концентрация ионов металлов обнаружена в почве вблизи железной дороги, что сопряжено со сниженной активностью почвенных ферментов, а наименьшая концентрация ионов тяжелых металлов – в парке имени Фрунзе, что сочетается с наибольшей ферментативной активностью почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – М., 1987. – 140 с.
2. Абрамян, С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 70–82.
3. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 471 с.
4. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. – М.: МГУ, 1998. – 273 с.
5. Жерносок, А.К. Физико-химические методы анализа / А.К. Жерносок, И.С. Борисевич. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 12 с.
6. Звягинцев, Д.Г. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.

7. Котова, Д.Л. Методы контроля качества почвы: учеб. пособие для вузов / Д.Л. Котова, Д.Л. Девяткова [и др.]; под общ. ред. Д.Л. Котовой. – Воронеж: Изд-во ИПЦ ВГУ, 2007. – 47 с.
8. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии: учеб. пособие для вузов: в 2 т. / Ю.А. Золотов [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2004. – 34 с.
9. Свирскене, А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы / А. Свирскене // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 202–210.
10. Ключенович, В.И. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве / В.И. Ключенович. – Минск, 2004. – 13 с.

REFERENCES

1. Alekseev Yu.V. Tiazheliye metalli v pochvakh i rasteniyakh [Heavy Metals in Soils and Plants], M., 1987, 140 p.
2. Abramyan S.A. Pochvovedeniye [Soil Science], 1992, 7, pp. 70-82.
3. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Guidance on Chemical Analysis of Soil], M., MGU, 1970, 471 p.
4. Vorobyova L.A. Khimicheskii analiz pochv [Chemical Analysis of Soil], M., MGU, 1998, 273 p.
5. Zhernosiek A.K., Borisevich I.S. Fiziko-khimicheskiye metody analiza [Physical and Chemical Methods of Analysis], Vitebsk, UO VGU imeni P.M. Masherova, 2012, 12 p.
6. Zvyagintsev D.G., Babyeva I.P., Zenova G.M. Biologiya pochv [Soil Biology], M., Izd-vo MGU, 2005, 445 p.
7. Kotova D.L., Devyatova D.L. Metodi kontrolya kachestva pochvi: ucheb. posobiye dlia vuzov [Methods of Quality Control of Soil: University Student Manual], Voronezh, Izd-vo IPTs VGU, 2007, 47 p.
8. Zolotov Yu.A. Osnovi analiticheskoi khimii: ucheb. posobiye dlia vuzov [Fundamentals of Analytical Chemistry: University Textbook], 2 vol., M., Vyssh. Shk., 2004, 34.
9. Svirskene A. Pochvovedeniye [Soil Science], 2003, 2, pp. 202–210.
10. Klyuchenovich V.I. Perechen predelno-dopustimikh kontsentratsii (PDK) i oriyentirovochno-dopustimikh kontsentratsii (ODK) khimicheskikh veshchestv v pochve [List of Maximum Permissible Concentration (MPC) and Approximately Permissible Concentration (APC) of Chemicals in the Soil], Minsk, 2004, 13 p.

Поступила в редакцию 13.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: olgabal.tih@gmail.com – Балаева-Тихомирова О.М.



ПЕДАГОГІКА

UDK 811.111-26

Развитие учебно-познавательной компетенции в контексте профессионально ориентированного обучения иностранному языку

И.В. Алещанова, Н.А. Фролова

*Камышинский технологический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет» (Россия)*

Социально-экономические преобразования последних десятилетий, обусловившие необходимость модернизации системы образования, создали предпосылки для формирования нового типа личности – специалиста, находящегося в процессе непрерывного совершенствования своего образовательного уровня.

Цель работы – рассмотрение понятия «учебно-познавательная компетенция» в контексте высшего образования и выявление действенных педагогических технологий, направленных на эффективное развитие вышеобозначенной компетенции в процессе изучения иностранного языка.

Материал и методы. Материалом исследования служат личностные характеристики будущего выпускника вуза – «самоорганизация» и «самоконтроль». В задачу входят определение роли, места понятий «самоконтроль» и «самоорганизация» в системе дидактических средств развития учебно-познавательной компетенции, рассмотрение возможных способов развития навыков самоорганизации и самоконтроля в процессе самостоятельной работы студентов при изучении иностранного языка в вузе. В работе используются компетентностный, личностно ориентированный, деятельностный, контекстный подходы, а также методы наблюдения, анализа и обобщения.

Результаты и их обсуждение. В статье рассматривается проблема совершенствования методико-дидактической организации профессионально ориентированного обучения иностранному языку студентов технического вуза. В системе дидактических средств развития учебно-познавательной компетенции авторы уделяют особое внимание навыкам самоорганизации и самоконтроля в процессе самостоятельной работы студентов. Описаны основные характеристики данных ключевых понятий, определены возможные способы их развития в процессе изучения иностранного языка, предложены задания, способствующие формированию способности к самоорганизации и готовности к самоконтролю в учебной и будущей профессиональной деятельности. Подчеркивается роль мотивации, применения информационных технологий как условий формирования компетенций специалистов.

Заключение. Рациональное построение самостоятельной работы является активным инструментом развития индивидуального качества самоорганизации и самоконтроля.

Ключевые слова: профессионально ориентированное обучение, учебно-познавательная компетенция, дидактические средства, самостоятельная работа, мотивация, самоконтроль, самоорганизация.

Educational Cognitive Competence Development in the Context of Professionally Oriented Foreign Language Teaching

I.V. Aleshchanova, N.A. Frolova

*Kamyshin Technological Institute (Branch) of Federal State Budgetary Educational Establishment
of Higher Education «Volgograd State Technical University»*

Social and economic changes of the last decades have caused the education system modernization, created the prerequisites for shaping a new type of personality that is a specialist in the process of continuous improvement of their educational level.

The aim of this work is to consider the concept of «educational and cognitive competence» in the context of higher education and determine effective teaching technologies aimed at effective development of the above mentioned competence in the process of learning a foreign language.

Material and methods. *The object of the research is the process of professionally oriented foreign language teaching at a higher educational establishment. The subject of the study includes such personal characteristics of a future graduate as «self-organization» and «self-control». This work has an objective to define the role, place of the concepts of «self-control» and «self-organization» in the system of didactic methods for educational and cognitive competence development, consider the possible ways of self-organization and self-control skills development in the process of students' independent work in a foreign language study at a higher educational establishment. Competence, personality-centered, activity approaches, contextual approach and methods of observation, analysis and synthesis have been used in the work.*

Findings and their discussion. *This article examines the problem of improving the methodological and didactic organization of technical college students' professionally oriented foreign language teaching. The authors pay special attention to the development of self-organization and self-control skills in the process of students' independent work in the system of didactic methods of educational and cognitive competence development. The basic characteristics of the concepts of «self-organization» and «self-control» are described, the possible methods of their development in the process of foreign language learning are defined, tasks, developing the ability to self-organization and formation of readiness for self-control in learning and future careers are proposed and described. The role of motivational basis, independent work, information technology as a condition of future specialists' competence formation is stressed.*

Conclusion. *It has been concluded that the independent work rational organization is an active tool for the individual qualities of self-organization and self-control development.*

Key words: *professionally oriented education, educational cognitive competence, didactic methods, independent work, motivation, self-control, self-organization.*

Социально-экономические преобразования последних десятилетий, обусловившие необходимость модернизации системы образования, создали предпосылки для формирования нового типа личности – специалиста, находящегося в процессе непрерывного совершенствования своего образовательного уровня.

В современных условиях задача высшего образования состоит в принципиальном изменении организации педагогической практики, во внедрении новых методов обучения для подготовки конкурентоспособных специалистов, способных систематически пополнять и обновлять свои знания путем самообразования, совершенствовать умения, творчески применять их в действительности, стремится к профессиональному саморазвитию, обладать социальной и профессиональной мобильностью [1]. Совокупность компетенций студента в сфере самостоятельной познавательной деятельности, состоящая из элементов логической, методологической, общеучебной деятельности, соотношенной с реальными познаваемыми объектами, определяется как «учебно-познавательная компетенция», включающая знания и умения целеполагания, планирования, анализа, рефлексии, самооценки учебно-познавательной деятельности. Обучающийся овладевает творческими навыками продуктивной деятельности: добытием знаний непосредственно из реальности, владением приемами действий в нестандартных ситуациях, эвристическими методами решения проблем [2]. Высокие требования, предъявляемые к качеству подготовки специалистов, определяют особую значимость разработки методик обучения, позволяющих подготовить студентов до уровня соответствия требованиям к квалификации по специальности обучения. В этой связи немаловажная роль отводится качественному обучению иностранному языку.

Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена необходимостью совершенствования методико-дидактической организации процесса профессионально ориентированной языковой подготовки студентов технического вуза, который базируется во многом на приобретенной и требующей постоянного развития учебно-познавательной компетенции.

Цель работы – рассмотрение понятия «учебно-познавательная компетенция» в контексте высшего образования и выявление действенных педагогических технологий, направленных на эффективное развитие выше-обозначенной компетенции в процессе изучения иностранного языка.

Материал и методы. Материалом исследования служат личностные характеристики будущего выпускника вуза – «самоорганизация» и «самоконтроль». В задачу входят определение роли, места понятий «самоконтроль» и «самоорганизация» в системе дидактических средств развития учебно-познавательной компетенции, рассмотрение возможных способов развития навыков самоорганизации и самоконтроля в процессе самостоятельной работы студентов при изучении иностранного языка в вузе. В работе используются компетентностный, личностно ориентированный, деятельностный подходы, контекстный подход (организация образования, ориентированного на предстоящую профессиональную деятельность), а также методы наблюдения, анализа и обобщения.

Результаты и их обсуждение. В научно-исследовательской литературе понятие самоорганизации рассматривается в тесной связи с целенаправленной деятельностью, осознанно формируемой и регулируемой личностью. Согласно определению словаря психологических терминов, самоорганизация – это способность к интегральной регуляции природных, психических, личностных качеств, осуществляемая интеллектуально-волевыми механизмами сознания, проявляющаяся в мотивах поведения и реализуемая в упорядоченности деятельности и поведения [3].

В данной работе самоорганизация рассматривается с позиций личностно ориентированного и деятельностного подхода в контекстом обучении иностранному языку. При этом понятие представляет собой сложное личностное образование, включающее комплекс различных умений и навыков, а также комбинацию разных психологических характеристик, влияющих на результативность самостоятельной образовательной деятельности.

Одним из функциональных элементов в структуре самоорганизации является самоконтроль – самостоятельное регулирование личностного поведения, его мотивов, включающее ценностно-смысловой компонент (эмоциональные характеристики личности, морально-нравственная и духовная культура, общие и частные оценки действий, самооценки) [4].

В соответствии с местом и ролью в процессе обучения иностранному языку самоконтроль понимается как составная часть процесса профессионального становления личности, направленного на повышение продуктивности образовательного процесса посредством актуализации самостоятельных устремлений обучающихся. Для результативного развития навыков самоорганизации и самоконтроля наиболее решающее значение, по нашим наблюдениям, приобретает соблюдение двух педагогических условий – создание положительной мотивации к изучению иностранного языка и рациональная организация самостоятельной работы, способствующей повышению самоорганизации и готовности к самоконтролю.

Задача практического овладения иностранным языком как средством профессионального общения на сегодняшний день осложняется рядом причин. Сокращение количества аудиторных часов для практического изучения иностранного языка, слабая мотивация образовательного процесса, отсутствие эффективных методик преподавания создает трудности для изучения иностранного языка в объеме, соответствующем задачам профессиональной деятельности. Следовательно, актуализация принципа сознательного и мотивированного усвоения языкового материала должна стать центральным звеном при обучении иностранному языку для профессиональных целей. Речь идет о развитии познавательных и профессиональных мотивов как конституирующих факторов обеспечения эффективности учебного процесса.

Поиск способов повышения качества учебного процесса диктует необходимость соблюдения еще одного педагогического условия – разработки рационального подхода к форме и содержанию самостоятельной работы по иностранному языку в направлении освоения студентами общих и специфических особенностей лексико-грамматического аспекта профессиональной коммуникации, правил устного и письменного перевода. Существенная роль здесь отводится учебно-профессиональной деятельности, включающей организуемую самостоятельную работу (ОргРСР), учебно-исследовательскую и научно-исследовательскую работу студентов, ориентированных на усвоение предметного и социально-ролевого содержания профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа студентов с иноязычной информацией развивает навыки самоорганизации – повышает ответственность и дисциплинированность, обеспечивает максимально удобный стиль и темп работы, соответствующий индивидуальным качествам студента, позволяет самостоятельно оценивать уровень своих знаний и конечный результат, стимулирует к анализу возникающих трудностей и поиску оптимальных путей их преодоления.

Процесс обучения в современном вузе – это совокупность различных дидактических средств, форм, активных методов, с помощью которых возможно воспроизвести профессионально-предметное и социально-культурное содержание деятельности. Качественные характеристики процесса обучения определяются сбалансированным соотношением дидактического совершенства работы преподавателей и уровня

познавательной активности студентов. Самостоятельная познавательная деятельность опирается на учебно-познавательные компетенции целеполагания, планирования деятельности, анализа, рефлексии, самооценки [2]. Для развития умений самостоятельно получать и применять знания необходимо усвоить определенные способы учебной деятельности. При этом основным фактором выбора дидактических способов и средств организации процесса самостоятельного обучения служит цель организации активной, творческой и продуктивной деятельности.

Организация самостоятельной работы студентов выступает в качестве важной составной части учебно-воспитательного процесса. В нашем понимании самостоятельная работа студентов под управлением преподавателя в ситуации обучения иностранному языку в техническом вузе является педагогическим обеспечением развития целевой готовности к профессиональному самообразованию и представляет собой дидактическое средство образовательного процесса, педагогическую конструкцию организации и управления деятельностью обучающихся [5].

Структурно самостоятельная работа студентов по иностранному языку может быть разделена на две части: организуемая преподавателем аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа без непосредственного контроля со стороны преподавателя (подготовка к практическим занятиям, зачетам и т.п.). Следует подчеркнуть, что управление самостоятельной работой студентов – это, прежде всего, умение оптимизировать процесс соотношения вышеуказанных частей. Основным видом аудиторной самостоятельной работы является выполнение заданий в рамках практических занятий по иностранному языку под непосредственным наблюдением преподавателя, а также выполнение учебно-исследовательской работы.

Цель внеаудиторной самостоятельной работы состоит в овладении базовыми знаниями и умениями по иностранному языку на профильном уровне, опытом творческой, исследовательской деятельности. Первостепенное значение в этом виде деятельности приобретает развитие навыков самостоятельной работы с электронными ресурсами, заключающийся в специально организованном поиске, анализе и преобразовании информации при широком использовании возможностей Интернета. Основные виды внеаудиторной самостоятельной работы по иностранному языку: 1. Формирование и усвоение содержания практических аудиторных занятий на базе рекомендованной учебной литературы и информационных ресурсов. 2. Написание семестровых заданий. 3. Подготовка заданий к практическим занятиям по дисциплине в соответствии с учебными программами. 4. Подготовка практических разработок. 5. Компьютерный самоконтроль успеваемости на базе электронных обучающих и измерительных тестов [5].

Процесс формирования опыта самоконтроля студентов может быть продуктивным, если он последовательно реализуется в постепенном переходе от выполнения стандартных учебных задач к работе над творческими заданиями, требующими нестандартных и многовариантных решений [6]. Речь идет о поэтапном развитии умений работать с лингвистическим материалом с постепенным увеличением коэффициента самоконтроля при переходе от выполнения традиционных лингвистических действий к более сложным заданиям.

Следует отметить основные характеристики процесса развития навыка самоконтроля. Процесс носит активный характер, протекает при постоянном контроле степени усвоения теоретических и практических знаний, базируется на осознанном усвоении материала, ориентирован на постоянное развитие самооценки, самостоятельного планирования и индивидуального контроля выполняемых действий. Поскольку обучение профессиональной составляющей иностранного языка осуществляется с опорой на наличие у студентов базового языкового уровня, предполагающего наличие знаний об основных структурах языка, определенного словарного запаса и т.д., самоконтроль при такой специфике обучения приобретает особую важность.

Рассмотрим в общем виде задания для самостоятельной работы студентов, содействующие развитию способности к самоорганизации и формированию готовности к самоконтролю в учебной и будущей профессиональной деятельности, используемых в процессе обучения иностранному языку.

Первый этап работы заключается в выполнении различных лексико-грамматических упражнений на знание базовых и узкоспециальных аспектов изучаемого языка. Работа с предлагаемыми заданиями ориентирована на непосредственное знание учебного материала, а также на его повторение и закрепление. По сути дела такие задания позволяют выявить степень подготовки студента к предмету и оценить ее уровень, а также учат самостоятельно мыслить, анализировать языковые явления, развивать наблюдательность и языковую догадку. Проверка знания языкового материала с помощью подобных заданий стимулирует внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, дает возможность объективно определить уровень своих знаний и практических умений.

Следующий, более сложный этап предусматривает выполнение творческих заданий, рассчитанных на активизацию теоретических и практических знаний студента по изучаемой теме. Все задания второй группы нацелены на развитие умений планировать, моделировать, корректировать, контролировать свои действия, что развивает навыки индивидуальной работы, самоорганизацию и самоконтроль. Для подготовки подобных заданий необходимо владеть прочной теоретико-практической языковой подготовкой. Задания творческого ха-

рактера способствуют формированию умений сравнивать, проводить аналогии, выстраивать выводы и обосновывать их, высказывать собственные суждения и правильно использовать понятия и термины, которые специфичны для изучаемой профессиональной сферы, развивают у студентов качества, способствующие формированию готовности к самоконтролю, такие как внимательность и наблюдательность, самоанализ, самовыражение.

Действия студентов при выполнении перечисленных форм учебной деятельности сводятся к активной работе с учебной информацией, ее критическому анализу и осмыслению возможных вариантов выполнения. Иными словами, приобретенные знания и умения переносятся в новые педагогические ситуации, максимально близко моделирующие условия будущей социально-профессиональной деятельности (ролевые игры, подготовка презентаций, творческих заданий, исследовательские проекты, формы деловой корреспонденции и т.д.). Активный характер самостоятельного обучения предполагает приобретение таких навыков, необходимых в практической профессиональной деятельности, как обучение самостоятельному углублению собственных знаний и их прикладному использованию, ориентированность на систематическую самостоятельную аналитическую проработку изучаемого материала, формирование творческого подхода к решению профессиональных проблем и др.

Реализация приемов лингводидактической практики может осуществляться в следующих видах моделирующих учебных ситуаций:

- 1) демонстративно-практическая ситуация ориентирована на изучение механизмов социально-коммуникативных явлений, эффективности использования вербальных и невербальных приемов коммуникации на конкретном примере из практики профессиональной деятельности;
- 2) оценочно-аналитическая ситуация предполагает критическую оценку коммуникативной ситуации (например, действий сотрудников определенной компании), поиск способа ее решения посредством анализа действующих вербальных и невербальных механизмов, наиболее типичных речевых ошибок и полученного результата;
- 3) информативно-исследовательская ситуация требует предварительного изучения специальных источников информации, проведения исследовательской работы, подготовки проблемных вопросов, выработки плана действий и способов решения, прогнозов конечного результата;
- 4) иллюстративно-моделирующая ситуация по своему содержанию представляет коммуникативную проблемную задачу, прогнозируемую или имевшую место в реальной жизни, и может служить средством передачи вербального опыта.

Разработанный концепт организации самостоятельной работы студентов был апробирован в 2015/16 учебном году в пилотных группах направлений подготовки «Электроэнергетика и электротехника», «Экономика», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» КТИ ВолГТУ, изучающих английский и немецкий языки.

Сравнительный анализ результатов зимней и летней зачетно-экзаменационной сессии показал положительную динамику в развитии познавательной активности студентов. В экспериментальных группах средний рейтинговый балл успеваемости по иностранному языку составил 85,8 из 100 возможных, а в академических группах, не участвующих в апробации нового концепта, – 74,9 из 100 соответственно.

Заключение. Профессиональная компетенция выпускника вуза определяется не только объемом общенаучных и специальных знаний, но и уровнем владения иностранным языком, достаточным для успешного функционирования в ситуациях профессионального иноязычного общения. Социальная зрелость специалистов проявляется в сочетании способности активно пользоваться полученными знаниями, навыками и ориентированности на непрерывное образование. Современный специалист должен владеть иностранным языком на уровне способности к межкультурному общению, сформированной на основе профессионально-деловой составляющей иноязычного обучения.

Организация самостоятельной работы является эффективным условием и активным инструментом развития индивидуального качества самоорганизации и готовности к самоконтролю, что подразумевает осмысление ближайших целей и задач, анализ возникших ошибок и трудностей. В свою очередь, операции осмысления и анализа – составляющие самоконтроля, позволяющие подвергать аналитическому рассмотрению учебный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каковихина, С.И. Самостоятельная работа и самоорганизация как дидактические средства развития общекультурных компетенций: учеб.-метод. пособие / С.И. Каковихина, Г.В. Чиконина. – Томск: Томский политехнический университет, 2010.
2. Хуторской, А.В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций / А.В. Хуторской // Интернет-журнал «Эйдос». – 2005. – Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>. – Дата доступа: 12.12.2015.
3. Большой психологический словарь. – Режим доступа: <http://www.persev.ru/samoorganizaciya>. – Дата доступа: 01.01.2016.

4. Энциклопедия философских терминов. – Режим доступа: <http://www.onlinedics.ru/slovar/fil/s/samokontrol.html>. – Дата доступа: 01.01.2016.
5. Алещанова, И.В. Роль самостоятельной работы в обучении профессиональной иноязычной терминологии в техническом вузе / И.В. Алещанова, Н.А. Фролова // Известия ВолгГТУ. Сер., Проблемы социально-гуманитарного знания. – Вып. 16. – Волгоград, 2014. – № 5.
6. Каюмова, Д.Ф. Формирование умений самоорганизации и самоконтроля в процессе самостоятельной работы учащихся по иностранному языку / Д.Ф. Каюмова, И.А. Темиркаева // II Межрегион. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития многоуровневой языковой подготовки в условиях поликультурного общества». – Казань: КазГИК, 2015. – Режим доступа: http://kazgik.ru/conference_competition/electronic_conferences/. – Дата доступа: 04.02.2016.

REFERENCES

1. Kakovikhina S.I., Chikonina G.V. *Samostoyatel'naya rabota i samoorganizatsiya kak didakticheskiye sredstva razvitiya obshchekulturnykh kompetentsii: ucheb.-metod. posobiye* [Self-access Work and Self-organization as Didactic Means of the Development of general Cultural Competencies: Manual], Tomsk, Tomskii politekhnicheskii universitet, 2010.
2. Khutorskoi A.V. *Tekhnologiya proyektirovaniya kliuchevykh i predmetnykh kompetentsii*, *Internet-zhurnal «Eidos»*, [Technology of Key and Subject Competences Design, Internet Journal «Eidos»], 2005, URL: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>. (Accessed 12.12.15).
3. *Bolshoi psikhologicheskii slovar* [Big Psychological Dictionary], URL: <http://www.persev.ru/samoorganizatsiya> (Accessed 01.01.16).
4. *Entsiklopediya filosofskikh terminov* [Encyclopedia of Philosophic Terms], URL: <http://www.onlinedics.ru/slovar/fil/s/samokontrol.html>. (Accessed 01.01.16).
5. Aleshchanova I.V., Frolova N.A. *Izvestiya VolgGTU. Seriya «Problemy sotsialno-gumanitarnogo znaniya»* [Herald of Volgograd University. Ser. «Issues of Social and Humanitarian Knowledge»], Volgograd, 2014, 16(5).
6. Kayumova D.F., Temirkayeva I.A. *II Mezhtregion. nauch.-prakt. konf. «Problemy i perspektivy razvitiya mnogourovnevnoi yazykovoi podgotovki v usloviyakh polikulturnogo obshchestva»* [2nd International Scientific and Practical Conference «Issues and Prospects of the Development of Multi-level Language Training in the Conditions of Polycultural Society»], Kazan, KazGIK, 2015, URL: http://kazgik.ru/conference_competition/electronic_conferences/ (Accessed 04.02.16).

Поступила в редакцию 18.01.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: dfi@kti.ru – Алещанова И.В.

Эффективность использования рабочих тетрадей в обучении физкультурным знаниям учащихся начальной школы

П.И. Новицкий, В.И. Павроз

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

Формирование у школьников физкультурных знаний является неотъемлемой частью учебного предмета «Физическая культура и здоровье». Однако наблюдаемый уровень теоретической подготовленности учащихся и выпускников школ по данному предмету указывает, что процесс обучения физкультурным знаниям еще не обеспечен достаточно рациональным планированием и эффективными методиками решения этой образовательной задачи.

Цель статьи – совершенствование педагогического процесса формирования знаний по предмету «Физическая культура и здоровье» у учащихся начальной школы.

Материал и методы. Разработанный авторами вариант поурочного планирования и практического решения задач обучения младших школьников 2–3-х классов физкультурным знаниям экспериментально апробировался в условиях малокомплектной школы. При этом использовались анализ научно-методической литературы и документации учебного процесса, анкетирование, опрос, педагогическое тестирование, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

Результаты и их обсуждение. Исследование показало, что эффективность усвоения учебных знаний по предмету «Физическая культура и здоровье» учащимися младших классов значительно возрастает, если:

- для изучения каждой темы раздела учебной программы «Знания» планировать не менее 1 академического часа, продолжая ее изучение в серии из 4-х уроков, на каждом из которых задачам по формированию знаний уделяется 8–10 минут;
- использовать в процессе обучения знаниям специально разработанную рабочую тетрадь по каждой теоретической теме учебной программы.

Заключение. Увеличение поурочного времени теоретической подготовки и использование рабочей тетради способствуют более успешному усвоению младшими школьниками физкультурных знаний, повышают степень активного участия каждого ученика в этом процессе, позитивно отражаются на результатах теоретической подготовки по предмету «Физическая культура и здоровье», не оказывая отрицательного влияния на их уровень физической подготовленности.

Ключевые слова: физкультурные знания, рабочая тетрадь, планирование, обучение, младшие школьники.

Efficiency of Application of Workbooks in Teaching Primary Schoolchildren Health Knowledge

P.I. Novitski, V.I. Pavroz

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

Shaping schoolchildren's health knowledge is an inseparable part of the academic discipline «Physical Training and Health». However, the observed level of theoretical training of schoolchildren and school leavers in this subject indicates the fact that the process of teaching health knowledge is not supplied with proper planning and efficient methods for solving this educational problem.

The purpose of the article is improvement of the pedagogical process of shaping primary schoolchildren's knowledge on the subject «Physical Training and Health».

Material and methods. The developed variant of lesson planning and practical solution of the problems of teaching 2–3 year schoolchildren health knowledge was experimentally tested at a small size school. Analyses of scientific and methodological literature, analysis of academic process papers, questionnaires, pedagogical testing, pedagogical experiment as well as methods of mathematical statistics are used in the paper.

Findings and their discussion. The study indicated that the efficiency of accumulation by primary schoolchildren of academic knowledge on the subject «Physical Training and Health» considerably increases if:

- not less than 1 academic hour is given for the study of each topic of the curriculum section «Knowledge», its study is continued in the series of 4 lessons, at each of which 8–10 minutes is spent on shaping the knowledge;

– a specially prepared workbook on every theoretical topic of the curriculum is used in the process of teaching the knowledge.
Conclusion. Increase of the lesson time of theoretical training and use of the workbook facilitate a more successful learning health knowledge by primary schoolchildren, improve the degree of schoolchildren's active participation in the process, positively influence the results of theoretical training on the subject of «Physical Training and Health» and, at the same time, don't harm the level of their physical training.

Key words: health knowledge, workbook, planning, teaching, primary schoolchildren.

Физкультурное образование, получаемое учащимися школ в рамках учебного предмета «Физическая культура и здоровье», характеризуется уровнем освоенных знаний, умений, навыков и способностей, которые определены учебной программой данного предмета.

Неотъемлемым компонентом в формировании физической культуры школьника являются знания о значении физической культуры в жизни человека и сформировавшиеся на их основе убеждения и потребности. Непосредственному практическому освоению человеком ценностей физической культуры способствуют методические знания, формирующие умения рационального использования физических упражнений и других средств оздоровления организма, ведения здорового образа жизни. Именно специальные физкультурные знания предваряют рациональное и результативное использование средств физического воспитания в самостоятельных занятиях по оздоровлению и физическому совершенствованию.

Несмотря на важность знаниевой (теоретической) подготовки школьников по предмету «Физическая культура и здоровье» (ФКиЗ), проблема формирования физкультурных знаний постоянно поднимается в научной печати. Исследования уровня физкультурных знаний у выпускников как городских, так и сельских школ констатируют низкий уровень теоретической подготовленности школьников по всем вопросам раздела «Знания» учебной программы [1–3].

Анализ литературы, документов планирования и подходов учителей к теоретической подготовке учащихся убеждает нас, что данный процесс (обучение физкультурным знаниям) еще не обеспечен в полной мере ни рациональным планированием, ни методиками эффективного решения задач данного раздела учебной программы школьной физкультуры.

Именно поэтому разработку новых технологий, форм и методов теоретической подготовки в школьной физкультуре следует рассматривать как актуальную научно-методическую проблему. В данном исследовании среди основных недостатков, обуславливающих проблему, мы выделили малый объем времени, уделяемый в поурочном планировании предмета «Физическая культура и здоровье» для решения задач по формированию физкультурных знаний [4], и недостаточное внимание учителей ФКиЗ к современным технологиям обучения младших школьников знаниям в других образовательных областях (в частности использование в начальной школе рабочих тетрадей практически по всем по учебным предметам).

Отсюда гипотезой нашего исследования было предположение, что эффективность усвоения учебных знаний по предмету «Физическая культура и здоровье» учащимися младших классов будет значительно выше, если:

- для изучения каждой темы раздела «Знания» планировать серию из 4-х уроков, на каждом из которых задачам по формированию знаний уделять 8–10 минут;
- на прохождение каждой темы раздела «Знания» в течение учебного года планировать не менее 1 академического часа;
- использовать для учащихся в процессе обучения знаниям рабочую тетрадь по предмету «Физическая культура и здоровье».

Таким образом, и объект и предмет исследования были связаны с формированием физкультурных знаний по ФКиЗ у учащихся младших классов на основе увеличения времени на их изучение и использования рабочей тетради.

Цель статьи – совершенствование педагогического процесса формирования знаний по предмету «Физическая культура и здоровье» у учащихся начальной школы.

Материал и методы. Научная работа осуществлялась с помощью общепринятых и широко представленных в педагогических исследованиях методов: анализа научно-методической литературы и документации учебного процесса, анкетирования, опроса, педагогического тестирования, педагогического эксперимента, методов математической статистики. Исследование проводилось в 3 этапа и включало: 1 этап (сентябрь 2014 – май 2015 г.) – анализ состояния в общеобразовательных школах проблемы теоретической подготовки учащихся по предмету «Физическая культура и здоровье» и поиски эффективных путей ее решения; 2 этап (май – август 2015 г.) – разработка содержания рабочих тетрадей по предмету «Физическая культура и здоровье» и экспериментального поурочного планирования формирования физкультурных знаний у учащихся 2–3-х классов; 3 этап (сентябрь – декабрь 2015 г.) – экспериментальная проверка эффективности организации теоретической подготовки с увеличением на уроках времени для изучения физкультурных знаний учебной программы и использованием рабочих тетрадей для самоподготовки учащихся по изучаемым темам.

Педагогический эксперимент проводился с сентября по декабрь 2015 года в ГУО «Должанская средняя школа Витебского р-на» (малокомплектная школа). Непосредственное проведение уроков осуществлялось соавтором данной статьи с помощью внедренных в учебный процесс методических разработок (электронных вариантов рабочих тетрадей) – учителем ФКиЗ В.И. Павроз. Экспериментальная группа (ЭГ), состоявшая из 21 учащегося 2–3-х классов, занималась по разработанному нами поурочному планированию задач формирования физкультурных знаний, особенностью которого являлось решение таких задач практически на каждом уроке ФКиЗ. На Часе здоровья и спорта данные задачи в качестве основных в план-конспект занятий не включались. В теоретической подготовке учащихся ЭГ также использовались разработанные нами рабочие тетради для самостоятельного изучения физкультурных знаний дома. Эффективность экспериментальной методики формирования физкультурных знаний определялась по результатам контрольного письменного опроса (включавшего 20 вопросов по основным темам, которые изучались в течение 2 и 3 четвертей (т.е. в течение проводившегося педагогического эксперимента), которые сравнивались с результатами такого же опроса у 26 учащихся 2–3-х классов предыдущего 2014–2015 учебного года. У последних методика формирования знаний и планирование объема на теоретическую подготовку осуществлялись в соответствии с традиционно существующей в школах практикой. В частности в годовой объем теоретической подготовки у этой группы учащихся (контрольная группа – КГ) в соответствии с рекомендуемым Республиканским центром ФВ примерным календарно-тематическим планированием учебного процесса по «Физической культуре и здоровью» в 1–11-х классах общеобразовательных школ составлял 4 часа [5]. Для изучения вопроса, отразилось ли увеличение времени на теоретическую подготовку негативно на уровне развития физических качеств учащихся, в начале и в конце педагогического эксперимента было проведено тестирование физических качеств учащихся ЭГ. В качестве контрольных данных взяты результаты тестирования физической подготовленности учащихся 2–3-х классов, обучавшихся в 2014–2015 учебном году, теоретическая подготовка которых в течение года осуществлялась в объеме 4 часов. В КГ и ЭГ анализировались результаты тестов: прыжок в длину с места, челночный бег, наклон вперед из положения сидя, поднимание и опускание туловища из положения лежа за 30 с (у девочек) и вис на согнутых руках за с (у мальчиков).

Результаты и их обсуждение. Определение длительности решения на уроке задачи по формированию физкультурных знаний исходило из ответов на вопросы: сколько обычно времени на уроке требуется учителю для объяснения нового теоретического материала? Сколько времени нужно для темы-диспута (объяснение и вовлечение учеников в разговор)?; сколько времени необходимо на опрос одного и нескольких учащихся? По результатам опроса учителей начальных классов было выявлено, что на объяснение новой темы по общеобразовательным предметам «Человек и мир», «Математика», «Русский язык» и др. в среднем затрачивается 25–30 мин, на следующих уроках как минимум 15–20 мин – на проверку и закрепление учебного материала. По результатам хронометрирования уроков физической культуры на изучение с учащимися новых тем (например, «Понятие о здоровом образе жизни», «Осанка и ее значение для здоровья», «Мифы и легенды возникновения олимпийских игр») учителю потребовалось не менее 3 минут. Когда на следующем уроке учитель еще раз раскрывает тему и привлекает к обсуждению учеников, затраченное время уже составляет в среднем 10 мин 24 с. Еще один урок учитель опрашивает и оценивает учащихся. Для того чтобы опросить только 2 учащихся, которые смогли бы в полном объеме ответить на все вопросы, учителю понадобилось около 5 минут. Если по изучаемой теме провести фронтальный опрос всех 12 учащихся, то это время в среднем составит 37 мин 43 с (т.е. урок превращается практически в урок изучения теоретического материала). Таким образом, для изучения новой темы физкультурных знаний при работе с малокомплектным классом учащихся из 12 человек учителю приходится затрачивать в среднем 51 мин 27 с (т.е. не менее одного академического часа). При этом следует заметить, что уровень освоения учащимися знаний изучаемой темы разный. Для того чтобы материал более прочно закрепился в сознании учеников, нужно предусмотреть и некоторое время на уроках для его повторения.

Если учесть, что в учебной программе во 2–3-х классах в разделе «Знания» общее количество тем составляет от 17 до 20, то методически необходимое затрачиваемое учителем время для их более-менее результативного изучения будет составлять, соответственно, от 17 до 20 часов (т.е. в среднем по одному часу на тему). Для школ с полными комплектами классов (по 25 и более учеников) это время вырастет вдвое. Соотнося такие объемы времени, необходимого (по нашим расчетам) для изучения раздела «Знания», с приведенными в учебных программах примерными 4-мя часами для их освоения [учебная программа по ФКиЗ], недостаточность освоения учащимися знаний учебной программы вполне возможно связывать и с недостаточностью используемого для этого времени на их изучение. О дефиците полезного времени, затрачиваемого на уроках в традиционном обучении, при освоении учащимися учебных знаний можно говорить в отношении разных учебных предметов. В.Ф. Шаталовым и его коллегами было подсчитано, что средняя продолжительность активного говорения каждого учащегося в течение шести уроков составляет лишь две минуты [6, с. 102], что актуализирует поиски новых подходов, методов и средств обучения.

В соответствии с нашим подходом и основываясь на анализе данных хронометрирования, на изучение 17 тем раздела «Знания» во втором классе в течение учебного года следует планировать не менее 17 часов, что

почти в четыре раза превышает примерный рекомендуемый объем теоретической подготовки (4 часа), традиционно планируемый по предмету «Физическая культура и здоровье» в массовой практике физического воспитания младших школьников.

Организационно это реализуется изучением каждой темы раздела «Знания» в серии, как минимум, 4-х уроков, на каждом из которых задач по формированию знаний уделяется 8–10 минут, что, в среднем, в годовом поурочном плане и составляет около 1 академического часа на прохождение одной темы.

Однако простое увеличение объема теоретической подготовки не решает рассматриваемой проблемы в школьной физкультуре. Важно не то, чтобы учащиеся имели возможность больше (чаще) слушать излагаемый учителем на уроке материал, но чтобы *усвоение сочеталось с применением*. В этом отношении мы полностью разделяем позицию, что сформировать глубокие и прочные знания в отрыве от их применения невозможно («мать учения – применение, а не повторение»). При этом сочетание усвоения знаний с их применением должно быть максимально сближенным во времени, а не разделенным месяцами или годами [7].

Для увеличения времени активной деятельности учащихся по усвоению знаний учителя кроме работы на уроке учащиеся дома читали составленные нами (в силу отсутствия учебников по предмету) упрощенные по содержанию тексты с материалом по изучаемым темам, выполняли задания по рабочим тетрадям, применяя на практике полученные знания. Непосредственно электронное содержание рабочих тетрадей и тексты по изучаемой теме ученики получали в социальной сети «ВКонтакте» на страничке учителя. При разработке содержания рабочей тетради мы опирались на существующие подходы и рекомендации специалистов к рабочим тетрадям по общеобразовательным предметам [8; 9]. В качестве основных требований к формируемому материалу рабочей тетради по предмету «Физическая культура и здоровье» мы выделяли то, что она должна:

- отображать содержание изучаемых тем;
- быть доступной и интересной каждому ученику;
- содержать контрольные вопросы;
- включать задания: типовые, творческие, развивающие, на логику, сообразительность.

Разработанный электронный материал рабочей тетради с учетом этих критериев включал задания в виде текстовых вопросов, загадок, кроссвордов, задания по выбору рисунков или вариантов ответов и др.

На первом занятии, сразу после построения и сообщения задач урока, учитель знакомит учащихся со знаниями по новой теме. В ходе педагогического эксперимента для изложения материала постоянно использовались презентации, демонстрируемые ученикам на ноутбуке. Учащиеся слушали сидя на скамейках, подключались учителем к наводящим вопросам. Учитель располагался перед учениками, рядом с ноутбуком. Учитель также называл учащимся тему в рабочей тетради и материал, с которым необходимо было работать дома, акцентировал внимание на основных вопросах (понятиях), которые требовалось выучить. На следующем занятии учитель продолжал обсуждение темы с учащимися в виде беседы, инициировались высказывания, догадки, вступление в дискуссию между учениками, проводился выборочно опрос по основным вопросам темы. В журнале отмечались ученики, принявшие участие в опросе. На 3–4 занятиях учитель продолжал осуществлять опрос-беседу, во время которого повторялся и закреплялся известный материал, а также дополнялся новый – по изучаемой теме. В серии рассматриваемых уроков опрос и беседы проводились таким образом, чтобы по окончании изучения темы (к 4-му уроку) все без исключения учащиеся были в числе опрошенных.

Исходные результаты анализа физкультурных знаний (до проведения педагогического эксперимента) выявили значительное количество учащихся, имеющих недостаточные знания в обеих наблюдаемых группах (ЭГ и КГ). Результаты опроса учащихся ЭГ и КГ существенно не различались. В числе наиболее трудных оказались вопросы по олимпийским знаниям, методике самостоятельных занятий, гигиеническим знаниям. Количество вопросов, на которые не смогли правильно ответить от 60 до 90% опрошенных учеников, составило более 2/3 всех вопросов опросника.

Повторное сравнение правильных и неправильных ответов выявило, что уровень физкультурных знаний в ЭГ в конце педагогического эксперимента оказался выше, чем у их сверстников из КГ. Об этом свидетельствовали средние и суммарные показатели правильных и неправильных ответов в КГ и ЭГ (табл. 1).

Таблица 1

Показатели знаний учащихся в конце педагогического эксперимента				
Ответы	Группа	$X \pm y$	$\Sigma \%$	Достоверность
Правильные	Экспериментальная	80,2 $\pm$ 10,7	1604	P<0,05
	Контрольная	43 $\pm$ 28,7	860	
Неправильные	Экспериментальная	19,7 $\pm$ 11,0	395	P<0,05
	Контрольная	56,9 $\pm$ 28,6	1138	

Особенно наглядно разница в знаниях участников ЭГ и КГ наблюдалась по суммарному показателю всех неправильных ответов (рис.). Так, если в начале педагогического эксперимента суммарные показатели были достаточно высокими и существенно не различались в КГ и ЭГ, то после теоретической подготовки по предложенной нами методике снижение данного показателя в ЭГ составило 50%, а в КГ – лишь 10%.

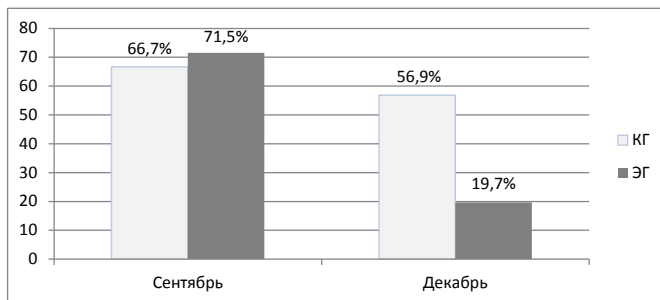


Рис. Суммарный показатель (в %) неправильных ответов учащихся ЭГ и КГ.

Значительное (почти 4-кратное) увеличение поурочного времени, связанного с теоретической подготовкой учащихся по учебным знаниям предмета «ФКиЗ», не оказало статистически значимого негативного влияния (в течение наблюдаемого периода – 4-х месяцев) на уровень и динамику показателей физической подготовленности участников педагогического эксперимента. Наглядно это демонстрировали и данные оценки уровней физической подготовленности школьников ЭГ и КГ (табл. 2).

Таблица 2

Уровни физической подготовленности учащихся 2–3-х классов ЭГ и КГ

Контрольная группа (n=26)			Сентябрь, %	Декабрь, %
Сентябрь – декабрь 2014–2015 года	Уровень физической подготовленности	Высокий	0	0
		Выше среднего	0	4,16
		Средний	91,6	87,5
		Ниже среднего	8,3	4,16
		Низкий	0	4,16
Экспериментальная группа (n=21)			Сентябрь, %	Декабрь, %
Сентябрь – декабрь 2015–2016 года	Уровень физической подготовленности	Высокий	0	0
		Выше среднего	14,28	19,04
		Средний	57,14	57,03
		Ниже среднего	23,8	19,04
		Низкий	4,76	4,76

Заключение. В результате исследования уровня физкультурных знаний у выпускников школ в публикациях многих авторов зафиксирован низкий уровень теоретической подготовленности школьников по всем вопросам раздела «Знания» учебной программы по физической культуре (А.С. Капустин, В.К. Куприян, П.И. Новицкий, Т.В. Чепелева, В.И. Павроз и др.). Это подтвердили и результаты опроса учащихся, принявших участие в нашем исследовании. Так, у учащихся ЭГ и КГ до проведения педагогического эксперимента суммарный процент количества неправильных ответов по физкультурным знаниям учебной программы составил, соответственно, 66,7% и 71,5%.

Увеличение поурочного времени и использование рабочей тетради создали благоприятные условия для более успешного усвоения физкультурных знаний, повысили степень активного участия каждого ученика в этом процессе, позитивно отразились на результатах теоретической подготовки по предмету «Физическая культура и здоровье», не оказав отрицательного влияния на их уровень физической подготовленности.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

- анализ литературы, документов планирования учебного процесса по предмету «ФКиЗ», подходов учителей к теоретической подготовке учащихся показывает, что данный процесс (обучение физкультурным знаниям) еще не обеспечен в полной мере ни рациональной практикой планирования, ни методами эффективного решения задач раздела «Знания» учебной школьной программы по физической культуре;

- в теоретической подготовке школьников присутствует недостаточный объем времени для полноценного проведения образовательного процесса. Так, для изучения новой темы физкультурных знаний учителю необходимо затрачивать в среднем около одного часа, соответственно на изучение всех тем раздела «Знания» (от 17 до 20 тем) – около 17–20 часов. В то же время при традиционном планировании учебного процесса примерный рекомендательный годовой объем теоретической подготовки составляет 4 часа [5];
- существенному повышению уровня усвоения младшими школьниками знаний способствует изучение каждой темы раздела «Знания» в серии из 4-х уроков; непосредственному формированию знаний по изучаемой теме – выделение на каждом уроке от 8 до 10 минут;
- увеличение поурочного времени теоретической подготовки, а также использование специально разработанной рабочей тетради по предмету «Физическая культура и здоровье» позволяет увеличить эффективность усвоения у учащихся теоретических знаний по изучаемым темам раздела «Знания» почти на 40%, в сравнении с традиционно существующим подходом к данному процессу;
- увеличение в течение полугодия (I и II учебные четверти) объема теоретической подготовки до 8 часов на изучение 8-ми учебных тем (по 1 академическому часу на тему) в целом не оказало сдерживающего или отрицательного влияния на рост уровня физической подготовленности учащихся (ЭГ). Как и в КГ, физическая подготовленность учащихся ЭГ в большинстве показателей имела не столь выраженную, но положительную динамику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новицкий, П.И. Проблемы теоретической подготовки учащихся общеобразовательных школ по предмету «Физическая культура и здоровье» / П.И. Новицкий, Т.В. Чепелева, В.И. Павроз // Наука – образованию, производству, экономике: материалы XX(67) Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 12–13 марта 2015 г.: в 2 т. – Витебск, 2015. – Т. 1. – С. 360–361.
2. Капустин, А.С. Формирование теоретических знаний по физической культуре у учащихся 10–11 классов: авторефер. ... канд. пед. наук / А.С. Капустин. – Омск, 2002. – 24 с.
3. Куприян, В.К. Уровень физкультурных знаний у учащихся лицеев и гимназий / В.К. Куприян // Физическая культура и здоровье. – 2005. – № 4. – С. 29–32.
4. Физическая культура и здоровье. I–XI классы: учеб. программа для общеобразоват. учреждений с белорус. и рус. яз. обучения. – М.: Национальный институт образования, 2009. – 159 с.
5. Овчаров, В.С. Физическая культура и здоровье: 1–11 кл.: пример. календар.-темат. планирование: пособие для учителей общеобразоват. учреждений с белорус. и рус. яз. обучения / В.С. Овчаров, А.Д. Канищев, Р.И. Санюкевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2008. – 320 с.
6. Зверев, А. 10 и 90 – новая статистика интеллекта / А. Зверев // Знание – сила. – 1997. – № 4. – С. 92–97.
7. Лекция 5. Формирование системы знаний на уроке [Электронный ресурс] – 2013. – Режим доступа: <http://nsportal.ru/vu/fakultet-pedagogicheskogo-obrazovaniya/sovremennyy-urok/lekciya-5-formirovanie-sistemy-znaniy-na>. – Дата доступа: 18.10.2015.
8. Создание рабочей тетради обучающегося по учебной дисциплине, междисциплинарному комплексу и профессиональному модулю: метод. рекомендации для преподавателей и мастеров производственного обучения / сост.: метод. служба техникума. – Чебаркуль, 2012. – 14 с.
9. Казарина, Е.В. Особенности конструирования листов рабочей тетради по учебным дисциплинам в условиях реализации новых ФГОС / Е.В. Казарина // Социальная сеть работников образования [Электронный ресурс] – 2016. – Режим доступа: <http://nsportal.ru>. – Дата доступа: 12.06.2016.

REFERENCES

1. Novitski P.I., Chepeleva T.V., Pavroz V.I. *Materiali XX(67) Regionalnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii prepodavatelei, nauchnikov sotrudnikov i aspirantov «Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike» 12–13 marta 2015 g.* [Proceedings of the XX(67) Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduates «Science – for Education, Industry, Economy», March 12–13, 2015], Vitebsk, VGU imeni P.M. Masherova, 2015, 1, pp. 360–361.
2. Kapustin A.S. *Formirovaniye teoreticheskikh znaniy po fizicheskoi culture u uchashchikhsia 10–11 klassov. Avtoreferat kand. nauk* [Shaping 10–11 Year Schoolchildren's Theoretical Health Knowledge. PhD Dissertation Summary], Омск, 2002, 24 p.
3. Kupriyan V.K. *Fizicheskaya kultura i zdorov'ye* [Physical Training and Health], 2005, 4, pp. 29–32.
4. *Fizicheskaya kultura i zdorov'ye. I–XI klassi: ucheb. programma dlia obshcheobrazovatelnykh uchrezhdenii s belorusskim i russkim yazykami obucheniya* [Physical Training and Health I–XI Years: Russian and Belarusian Language Comprehensive School Curriculum], M., Natsionalniy institut obrazovaniya, 2009, 159 p.
5. Ovcharov V.S., Kanishchev A.D., Sanikevich R.I. *Fizicheskaya kultura i zdorov'ye: 1–11 kl.: primer. kalendar.-temat. planirovaniye: posobiye dlia uchitelei obshcheobrazov. uchrezhdenii s belorus. i rus. yaz. obucheniya* [Physical Training and Health: 1–11 Years: Sample Syllabus: Manual for Teachers of Belarusian and Russian Language Secondary Schools], Minsk, Adukatsiya i vykhavanne, 2008, 320 p.
6. Zverev A. *Znaniye – sila* [Knowledge is Strength], 1997, 4, pp. 92–97.
7. *Lektsiya 5. Formirovaniye sistem znaniy na uroke* [Lecture 5. Shaping the System of Knowledge at the Lesson], Available at: <http://nsportal.ru/vu/fakultet-pedagogicheskogo-obrazovaniya/sovremennyy-urok/lekciya-5-formirovanie-sistemy-znaniy-na>. Accessed: 18.10.2015.
8. *Metodicheskiye sluzhba tekhnika, Sozdaniye rabochei tetradi obuchayushchegosia po uchebnoi distsipline, mezhdistsiplinarnomu kompleksu i professionalnomu modulyu: metod. rekomendatsii dlia prepodavatelei i masterov proizvodstvennogo obucheniya* [Creating a Workbook on an Academic Discipline, an Interdisciplinary Complex and a Vocational Module: Teacher's Book], Chebarkul, 2012, 14 p.
9. Kazarina E.V. *Osobennosti konstruirovaniya listov rabochei tetradi po ucebnyim distsiplinam v usloviyakh realizatsii novikh FGOS, Sotsialnaya set rabotnikov obrazovaniya* [Features of Designing Workbook Sheets on Academic Subjects in the Conditions of the Implementation of New FGOS. Social Network of Workers of Education], Available at: nsportal.ru. Accessed: 12.06.2016.

Поступила в редакцию 05.10.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: nprav@tut.by – Новицкий П.И.

Особенности применения иппотерапии как комплексного метода реабилитации и восстановления

Т.Е. Терешкова

Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы»

Одной из основных проблем, стоящих перед исследователем в ходе осуществления опытно-экспериментальной работы, является подбор диагностического метода для оценки эффективности иппотерапии у детей с особенностями развития (преимущественно ДЦП).

Цель статьи – выявление закономерностей индивидуального развития с учетом микроэлементного статуса различных половозрастных групп детей с особенностями развития в условиях занятием иппотерапией.

Материал и методы. Научная работа проходила в лаборатории физико-химических методов исследований объектов окружающей среды Гродненского государственного университета им. Янки Купалы. В ней приняли участие 20 человек учреждения «Речицкий дом-интернат для детей-инвалидов, имеющих физическое отклонение» (Беларусь) с диагнозом ДЦП. При этом использовались методы рентгено-флуоресцентного анализа, математической статистики, изучения и обобщения психолого-педагогического опыта.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время в Республике Беларусь применение иппотерапии как комплексного метода реабилитации и восстановления досконально не изучено. Отсутствует объективный метод контроля процесса лошадь–ребенок биохимической направленности и, как следствие, нет научного обоснования эффективности методики физической реабилитации детей с особенностями развития средствами иппотерапии, позволяющей эффективно развивать физические способности у детей с ограниченными возможностями.

В исследовании впервые предложен новый неинвазивный метод контроля эффективности иппотерапии по биопробам (волосам) – рентгенофлуоресцентный анализ, который на биологическом уровне способствует получению объективной информации о взаимоотношении ребенок–лошадь. Проведена математическая обработка полученных результатов, показана их достоверность.

Заключение. В ходе опытно-экспериментальной работы продемонстрирована возможность неинвазивного метода контроля эффективности действия иппотерапии с применением метода рентгенофлуоресцентного анализа (далее метод РФА), установлена положительная динамика по эссенциально значимым элементам (цинк, медь, кобальт). Дана количественная оценка содержания микро-, макроэлементов в организме детей при занятиях иппотерапией. Наблюдается наиболее выраженный эффект от занятий иппотерапией после 13 месяцев не менее 2–3 раз в неделю.

Ключевые слова: иппотерапия, реабилитация, биопробы, лица с ограниченными возможностями.

Application Features of Hippotherapy as a Complex Method of Rehabilitation and Recovery

T.E. Tereshkova

Educational Establishment «Grodno State Yanka Kupala University»

One of the main problems that researchers face during their experimental work is selection of a diagnostic method for efficacy evaluation of hippotherapy of children with special needs (mostly ICP).

The aim of this article is to find out the regularities of individual evolution with consideration of microelemental status of different sex- and age-groups of children with special needs during hippotherapy.

Material and methods. The investigation took place in the Laboratory of Physical and Chemical Research of Environmental Objects of Grodno State Yanka Kupala University. 20 children of «Rechitsa Care Home for Children with Special Needs» (Belarus) with the diagnosis of ICP took part in the research. The method of X-ray fluorescence analysis, methods of mathematical statistics, examination and generalization of psychological and pedagogical experience were used.

Findings and their discussion. Nowadays the application of hippotherapy as the complex method of rehabilitation and recovery in the Republic of Belarus is not studied completely. There is no objective method of control of the process of the horse – the child

of biochemical orientation, and, as a result, there is no scientific foundation of children physical rehabilitation effectiveness with the help of hippotherapy that can effectively develop physical abilities of children with special needs.

In the investigation it is the first time when we propose a non-invasive method of effectiveness hippotherapy control with bio-probes (hairs) – X-ray-fluorescent analysis, which gives the ability to achieve objective information of the child – the horse relationship on the biological level. We have done the mathematical analysis of the findings and proved their authenticity.

Conclusion. During the pilot and experimental work we see that we have the possibility of non-invasive method of hippotherapy effectiveness control with the help of the X-ray-fluorescent method of analysis (XRF method), we established positive dynamics of essential significant elements (zinc, copper, cobalt). The quantitative analysis of micro- and macro-elements presence in a child organism during the hippotherapy practice is presented. We see the best result of hippotherapy practice after 13 months not less than 2–3 times per week.

Key words: hippotherapy, rehabilitation, biotest, a child with special needs.

Масштабность проблемы инвалидизации детей и необходимость ее приоритетного решения подтверждает как мировая, так и отечественная статистика. По оценкам ООН каждый десятый человек на планете имеет инвалидность. По данным ВОЗ в 1962 г. зарегистрировано 0,4 случая инвалидности на 1000 детей, в 1982 г. эта цифра составила 5,6, а в 1992 г. возросла до 9 случаев на 1000 детей [1; 2]. С 2000 по 2014 год зарегистрировано от 13 до 15 случаев ДЦП на 1000 новорожденных, при этом на первый план выходят спастические формы.

Согласно официальной статистике в России проживает около 10 млн инвалидов, а по оценке Агентства социальной информации – не менее 15 млн. В Беларуси насчитывается более полумиллиона инвалидов, многие из них нуждаются в технических средствах реабилитации.

За последнее десятилетие наблюдается тенденция к увеличению численности инвалидов. Возрастающее число инвалидов делает проблему их реабилитации и социальной адаптации особенно актуальной [3–5].

Одним из инновационных методов реабилитации лиц с ограниченными возможностями является иппотерапия [6; 7].

В США и Европе лечебная верховая езда используется при лечении заболеваний, таких как полиомиелит, рассеянный склероз, эпилепсия, детский церебральный паралич, сколиоз, мышечная дистрофия, и практикуется с начала 1960-х гг. [8; 9]. Положительный результат дают прогулки верхом после операций на суставах, особенно на тазобедренном. Высокоэффективна иппотерапия при артритах (воспалениях суставов), полным и частичным параличах конечностей, мышечной атрофии, судорожных сокращениях мышц [10].

Иппотерапия как одна из технологий социальной работы с людьми с ограниченными возможностями представляет собой комплексный многофункциональный метод реабилитации. Иппотерапия – это занятия инвалидов верховой ездой на лошадях, проводимые по специальным методикам, различающимся в зависимости от заболевания наездника и задач, для решения которых используется иппотерапия.

Лечебное воздействие иппотерапии на человека нужно рассматривать в двух аспектах: *физиологическом* и *психологическом*.

В настоящее время в Республике Беларусь иппотерапия досконально не изучена. Отсутствует объективный метод контроля процесса *лошадь–ребенок* биохимической направленности и, как следствие, нет научного обоснования эффективности методики физической реабилитации детей с особенностями развития средствами иппотерапии, позволяющей эффективно развивать физические способности у детей с ограниченными возможностями.

В данном исследовании впервые предложен новый неинвазивный метод контроля эффективности иппотерапии по биопробам (волосам) – рентгено-флуоресцентного анализа (далее метод РФА), который на биологическом уровне способствует получению объективной информации о взаимоотношении *ребенок–лошадь* с наименьшими затратами и наибольшей эффективностью.

Цель статьи – выявление закономерностей индивидуального развития с учетом микроэлементного статуса различных половозрастных групп детей с особенностями развития в условиях занятием иппотерапией.

Материал и методы. Проведение научной работы по оценке эндоэкологического статуса осуществлялось в лаборатории физико-химических методов исследований объектов окружающей среды Гродненского государственного университета им. Я. Купалы. Базой педагогических наблюдений служила кафедра физического воспитания и спорта ГрГУ им. Я. Купалы г. Гродно.

В стендовых наблюдениях принимали участие дети учреждения «Речицкий дом-интернат для детей-инвалидов, имеющих физическое отклонение» в количестве 20 человек, различных по полу и возрасту (3–15 лет). Группа наблюдения – 10 человек, которая занималась иппотерапией 2 раза в неделю по 30 минут, и контрольная группа – дети с диагнозом ДЦП, которые не занимались иппотерапией, в количестве 10 человек.

На каждого ребенка была составлена карта индивидуального развития для оценки субъективного фактора действия иппотерапии.

Измерения проводились с помощью метода РФА, позволяющего получать данные о массовой доле более 20 химических элементов в волосах согласно методике МВИ. МН 3270–2011. Прибор полностью автоматизирован, прост в эксплуатации. Установка предназначена для работы в лабораторных помещениях согласно условиям ГОСТа 22261-82. Диапазон рабочих температур от +15 до +25°C при относительной влажности не более 80%.

В основе метода лежит возбуждение электронов в оболочке атома под действием рентгеновского излучения. Рентгенофлуоресцентный анализ имеет преимущество перед атомной абсорбцией, пламенной фотометрией, полярографией в том, что не требует сложной пробоподготовки перед анализом, не расходует вещество пробы, не изменяет его химический состав, это дает возможность анализировать один и тот же образец необходимое число раз и избежать потери.

Специализированное программное обеспечение помогает построить наиболее вероятную модель спектра, обнаружить аналитические линии спектра в присутствии большого количества элементов в пробе (15–30 элементов), определить массовую концентрацию элемента, точный вес объекта и, следовательно, концентрацию элементов в пробе.

Для обработки спектров на компьютере используется программа обработки рентгенофлуоресцентных спектров МК_RE_06, предназначенная для обработки рентгеновских спектров почвенных, растительных, биологических проб, формирования унифицированных отчетов об элементном составе и концентрационных характеристиках.

Для анализа на микроэлементы отбирали образцы волос у детей в трех местах затылочной части головы, измельчали (чем мельче помол пробы, тем лучше усреднен ее химический состав, тем меньше погрешность, обусловленная величиной частиц). Измельченную навеску (80–100 мг) обрабатывали раствором для формирования таблетки, помещали в пресс-форму, прессовали при давлении 10–12 тонн в таблетки для дальнейшего измерения методом рентгенофлуоресцентного анализа. Продолжительность анализа одного образца в соответствии с методикой составляла 10–30 минут, полученные данные обрабатывали программами «МК_RE_06», MO Excel.

Результаты и их обсуждение. Как уже упоминалось, спастическая форма в настоящее время является наиболее широко распространенной формой церебрального паралича.

Предварительный анализ участников стеновых наблюдений подтвердил данную общую закономерность. Было произведено определение уровня физических способностей реабилитантов в возрасте 3–15 лет.

Полученный нами статистический материал был подвергнут математической обработке с помощью статистического пакета программ «Statistica».

Рассчитывались средние значения всех показателей в разных группах, их дисперсии, стандартные ошибки средних и различные критерии достоверности средних, коэффициенты связи и другие оценки. Полученные статистические выборки проверялись на нормальность распределения. В дополнение к этому использовался дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализ. Оценку достоверности различий в группах независимых наблюдений проводили с помощью критериев Стьюдента (t), сравнивая средние значения выборок [11].

Количественное содержание кальция, калия, железа, цинка, селена определяли методом РФА по пробам волос, взятым у каждого испытуемого, в начале эксперимента и через 13 месяцев. Занятия проводились 2 раза в неделю. Результаты исследования отражены в табл. 1–6.

Полученные данные позволили проанализировать количественное содержание микро- и макроэлементов в организме детей до и после занятий иппотерапией.

Средние значения, дисперсия, коэффициент вариации и ошибка средней по группам измерений: 1–1 – измерение опытной группы, 2–2 – измерение опытной группы спустя 6 месяцев занятий иппотерапией, 3–3 – измерение опытной группы спустя 13 месяцев занятий иппотерапией, 4 и 5 – первое и второе измерение контрольной группы.

Таблица 1

Средние значения, дисперсия, коэффициент вариации и ошибка средней по группам измерений (1–1 измерение опытной группы Valid N=10)

1 измерение	Mean	Std. Dev.	Coef. Var.	Standard
Кальций	619,14	720,47	116,37	227,83
Калий	550,57	1530,98	278,07	484,14
Железо	34,75	37,63	108, 29	11,90

Окончание табл. 1

Цинк	125,55	52,81	42,06	16,70
Медь	9,28	3,03	32,62	0,96
Селен	0,75	0,84	112,77	0,27
Стронций	2,38	1,97	82,73	0,62
Марганец	0,46	0,30	65,41	0,10
Молибден	1,10	0,91	82,80	0,30
Кобальт	1,16	0,83	71,57	0,28
Хром	3,04	5,72	188,12	1,81

Таблица 2

Средние значения, дисперсия, коэффициент вариации и ошибка средней по группам измерений
(2–2 измерение опытной группы Valid N=10 спустя 6 месяцев занятий иппотерапией)

2 измерение	Mean	Std. Dev.	Coef. Var.	Standard
Кальций	566,44	612,92	108,21	274,11
Калий	436,75	324,19	74,23	144,98
Железо	25,33	16,35	64,52	7,31
Цинк	102,93	73,90	71,79	33,05
Медь	26,81	42,05	156,87	18,81
Селен	0,71	0,28	39,41	0,13
Стронций	1,52	1,12	73,66	0,50
Марганец	0,80	0,38	47,50	0,17
Молибден	1,24	1,02	82,13	0,46
Кобальт	0,65	0,36	55,39	0,16
Хром	2,28	5,00	130,08	0,60

Таблица 3

Средние значения, дисперсия, коэффициент вариации и ошибка средней по группам измерений
(3–3 измерение опытной группы Valid N=10 спустя 13 месяцев занятий иппотерапией)

3 измерение	Mean	Std. Dev.	Coef. Var.	Standard
Кальций	443,42	590,43	133,15	208,75
Калий	214,33	195,62	91,27	69,16
Железо	14,69	5,79	39,40	2,05
Цинк	140,20	34,33	24,49	12,14
Медь	6,53	1,60	24,48	0,56
Селен	0,81	0,36	44,91	0,13
Стронций	3,92	4,13	105,47	1,46
Марганец	0,62	0,43	68,90	0,15
Молибден	1,26	0,79	62,96	0,28
Кобальт	0,51	0,29	56,85	0,10
Хром	2,03	0,95	46,77	0,34

Как следует из представленных данных, наблюдается достоверное различие между первым и третьим наблюдением для меди и кобальта.

Си (медь) участвует в процессах кроветворения, синтезе соединительной ткани и пигмента меланина, передаче нервных импульсов, регуляции окислительно-восстановительных процессов. Основное поступление меди в организм происходит с продуктами питания. Она с последующим распределением по всем органам и тканям, но особенно в высоких концентрациях, обнаруживается в печени, почках, волосах и ногтях [12].

Со (кобальт) – необходимый элемент. В составе цианокобаламина (витамин В₁₂), он находится в тканях, которые характеризуются быстрым делением клеток, – кроветворных тканях костного мозга, нервных волокнах.

Таблица 4

Средние значения, дисперсия, коэффициент вариации и ошибка средней по группам измерений
(4 измерение контрольной группы Valid N=10)

4 измерение	Mean	Std. Dev.	Coef. Var.	Standard
Кальций	259,71	253,40	97,57	80,13
Калий	162,78	90,70	55,72	28,68
Железо	18,14	10,36	57,14	3,28
Цинк	150,86	37,43	24,81	11,84
Медь	7,98	1,68	21,11	0,53
Селен	0,74	0,32	42,36	0,10
Стронций	2,09	1,51	72,46	0,48
Марганец	0,98	0,49	49,57	0,15
Молибден	1,46	0,97	66,22	0,31
Кобальт	0,65	0,31	47,85	0,10
Хром	1,10	0,56	50,98	0,18

Таблица 5

Средние значения, дисперсия, коэффициент вариации и ошибка средней по группам измерений
(5 измерение контрольной группы Valid N=10)

5 измерение	Mean	Std. Dev.	Coef. Var.	Standard
Кальций	435,32	213,42	49,03	75,46
Калий	360,18	239,82	66,58	84,79
Железо	21,65	7,32	33,81	2,59
Цинк	163,46	54,66	33,44	19,33
Медь	8,87	1,57	17,76	0,56
Селен	0,48	0,44	91,99	0,15
Стронций	1,77	1,05	59,16	0,37
Марганец	1,15	0,66	57,87	0,23
Молибден	0,98	1,03	104,11	0,36
Кобальт	0,85	0,27	31,41	0,09
Хром	2,21	1,17	52,90	0,41

При сравнении данных контрольной группы достоверные различия наблюдаются между калием и хромом.

К (калий) участвует в проведении нервных импульсов, регулирует сокращение мышц, улучшает их кровоснабжение, необходим для поддержания водно-солевого баланса организма. Особенно важен для нормальной деятельности сердца. Калиевая диета способствует профилактике перенапряжения миокарда.

Сг (хром) принимает участие в регуляции углеводного и жирового обмена, способности организма утилизировать глюкозу.

Критерий достоверности между средними (t) в зависимости от пола детей

Микро-, макро-элементы	Mean М	Mean Ж	t-value	df	p
Кальций	250,50	774,27	-3,72	39,00	0,00
Калий	441,25	180,15	1,07	39,00	0,29
Железо	23,68	22,14	0,23	39,00	0,82
Цинк	120,90	167,85	-3,20	39,00	0,00
Медь	8,09	14,22	-1,30	39,00	0,20
Селен	0,76	0,60	0,96	39,00	0,34
Стронций	1,67	3,49	-2,63	39,00	0,01
Марганец	0,76	0,85	-0,53	39,00	0,60
Молибден	1,11	1,37	-0,88	38,00	0,38
Хлор	319,39	201,13	1,00	39,00	0,32
Хром	10,17	2,03	1,16	39,00	0,26
Кобальт	0,77	0,80	-0,13	37,00	0,90

Данные табл. 6 показывают, что статистически достоверными по t-критерию Стьюдента в группах мальчиков и девочек являются различия в средних по содержанию кальция, цинка и стронция. Содержание кальция у девочек в три раза выше, чем у мальчиков, а цинка и стронция – в 2 раза.

Следует предположить, что группа мальчиков больше нуждается в коррекции питания по таким элементам, как кальций, стронций, цинк.

Са (кальций) играет в организме роль универсального регулятора. Он отвечает за процессы сокращения и расслабления мышц, формирования костной ткани, передачи нервных импульсов. Влияет на свертываемость крови, проницаемость клеточных мембран, обеспечивает иммунную защиту организма. Основное депо кальция в организме – костная ткань. Между костной тканью и кровью идет постоянный обмен кальцием. За сутки из костей выводится около 700 мг кальция и столько же откладывается в них вновь. При недостаточном поступлении кальция с пищей для поддержания нормального уровня в крови он извлекается из депо.

Зп (цинк) входит в состав более 70 ферментов, без которых невозможны основные биохимические процессы в организме. Он необходим для нормального роста, полового развития, репродуктивной функции. Цинк участвует в процессе кроветворения, регуляции клеточного иммунитета, регенерации тканей, росте ногтей и волос, влияет на биологическую активность инсулина.

Заключение. Таким образом, мы пришли к следующим результатам:

- впервые показана возможность неинвазивного метода контроля эффективности действия иппотерапии с применением метода рентгенофлуоресцентного анализа;
- дана количественная оценка содержания микро-, макроэлементов в организме детей при занятиях иппотерапией, установлена положительная динамика на протяжении года по эссенциально значимым элементам (цинк, медь, кобальт);
- наблюдается наиболее выраженный эффект от занятий иппотерапией после 13 месяцев не менее 2–3 раз в неделю;
- проведена математическая обработка полученных результатов, показана их достоверность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова, К.А. Лечение двигательных расстройств при детских церебральных параличах / К.А. Семенова. – М.: Медицина, 1976. – С. 3–30.
2. Семенова, К.А. Восстановительное лечение детей с перинатальным поражением ЦНС и ДДП / К.А. Семенова. – М.: Закон и порядок, 2007. – С. 15.
3. Бадалян, Л.О. Детские церебральные параличи / Л.О. Бадалян, Л.Т. Журба, О.В. Тимонина. – Киев: Здоровья, 1988. – 328 с.
4. Бадалян, Л.О. Детская неврология / Л.О. Бадалян. – М.: Медицина, 1984. – 426 с.
5. Солодова, Е.Л. Современные технологии ЛФК в реабилитации детей на базе ГЦВЛДПН / Е.Л. Солодова // Актуальные вопросы реабилитации: материалы юбилейной науч.-практ. конф. в Педиатр. мед. акад. – СПб., 2006. – С. 188–191.
6. Спинк, Дж. Развивающая лечебная верховая езда. Принципы создания и оценка работы терапевтической команды: пер. с англ. / Дж. Спинк. – М.: Московский конно-спортивный клуб инвалидов, 2001. – 198 с.
7. Дремова, Г.В. Социальная интеграция и реабилитация лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата на основе иппотерапии / Г.В. Дремова // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 7. – С. 53.

8. Лория, М.Ш. Медико-биологические основы рйтеррапий при диспластическом сколиозе: автореф. ... дис. д-ра мед. наук: 14.00.01 / М.Ш. Лория. – Тбилиси, 2000. – 23 с.
9. Штраус, И. Иппотерапия. Нейрофизиологическое лечение с применением верховой езды: пер. с нем. / И. Штраус // ДЭП «Живая нить». – М.: МККИ, 2000. – 102 с.
10. Физическая реабилитация детей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата / под ред. Н.А. Гросс. – М.: Советский спорт, 2000. – 224 с.
11. Стентон, Г. Медико-биологическая статистика / Г. Стентон. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
12. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М.: Оникс 21 век; Мир, 2004. – 215 с.

REFERENCES

1. Semenova K.A. *Lecheniye dvigatelnykh rasstroystv pri detskikh tserebralnykh paralichakh* [Dyskinesia Treatment of Infant Cerebral Paralysis], M., Meditsina, 1976, pp. 3–30.
2. Semenova K.A. *Vosstanovitel'noye lecheniye detei s perinatalnym porazheniyem TsNS i DDP* [Rehabilitation Treatment of Children with Perinatal Defect of CNS], M., Zakon i poriadok, 2007, p. 15.
3. Badalian L.O., Zhurba L.T., Timonina O.V. *Detskiye tserebralnye paralichi* [Infant Cerebral Paralysis], Kiev, Zdoroviya, 1988, 328 p.
4. Badalian L.O. *Detskaya nevrologiya* [Children Neurology], M., Meditsina, 1984, 426 p.
5. Solodova E.L. *Aktualniye voprosy rehabilitatsii: materialy yubileinoi nauchno-prakticheskoi konferentsii v Peditricheskoi meditsinskoi akademii* [Urgent Issues of Rehabilitation: Proceedings of the Jubilee Scientific-Practical Conference in Pediatric Medicine Academy], SPb., 2006, pp. 188–191.
6. Spinc G. *Razvivayushchaya lechebnaya verkhovaya yezda. Printsipi sozdaniya i otsenka raboti terapevticheskoi komandi: per. s angl.* [Upgrading Medical Riding. Principles of Setting Up and Therapeutic Team Work Evaluation: transl. from English], M., Moskovski konno-sportivnyi klub invalidov, 2001, 198 p.
7. Dremova G.V. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 1996, 7, pp. 53.
8. Loria M.Sh. *Mediko-biologicheskiye osnovy raitterapii pri displasticheskom skolioze: avtoref. diss. dokt. med. nauk* [Medical and Biological Bases of Ride Therapy of Dysplastic Scoliosis: Dr. Sc. (Medicine) Dissertation Abstract, Tbilisi, 2000, 23 p.
9. Shtraus I. *Ippoterapiya. Neirofiziologicheskoye lecheniye s primeneniym verkhovoi yezdi: per. s nem.* [Hypotherapy. Neurophysiological Treatment with the Help of Riding: Transl. from German], DEP «Zhivaya nit», M., MKKI, 2000, 102 p.
10. Gross N.A. *Fizicheskaya rehabilitatsiya detei s narusheniyem funktsii oporno-dvigatel'nogo apparata* [Physical Rehabilitation of Children with Disorder of Locomotor Apparatus], M., Sovetski sport, 2000, 224 p.
11. Stenton Glanz. *Mediko-biologicheskaya statistika* [Medical and Biological Statistics], M., Praktika, 1998, 459 p.
12. Skalny A.V. *Khimicheskkiye elementi v fiziologii i ekologii cheloveka* [Chemical Elements in Physiology and Ecology of the Man], M., Oniks 21 vek, Mir, 2004, 215 p.

Поступила в редакцию 03.11.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: habar-77@mail.ru – Терешкова Т.Е.

Влияние социально-экономических условий на занятия физической культурой учащихся Витебской области

В.А. Талай

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

Современная отечественная и международная политика в области общественного здравоохранения требует количественной оценки здоровья людей в масштабах страны. Это необходимо для научного обоснования выделения приоритетных проблем в области планирования программ здоровья учащихся и населения на всех уровнях – от местного до международного.

В связи с этим возникает проблема разработки и реализации программ социальной политики региона с учетом переосмысления роли и места физической культуры в формировании здорового образа жизни как важнейшей альтернативы негативным явлениям в обществе. Необходимость системного решения проблем повышения эффективности физической культуры очевидна.

Цель статьи – изучение влияния социально-экономических условий на формирование физической культуры, интересов и потребностей в занятиях физическими упражнениями, формирование здорового образа жизни и спортивного стиля поведения.

Материал и методы. В педагогическом эксперименте приняли участие как юноши, так и девушки в возрасте от 12 до 18 лет, общее количество которых составило 318 человек. Опрос проводился в школах Витебской области в 2010 году по специальной анкете, состоящей из 34 вопросов, которые объединены в несколько смысловых блоков, позволяющих определить качественно-количественные характеристики респондентов.

Результаты и их обсуждение. Важным основанием для разработки программы развития системы физического воспитания является необходимость принятия сверхсрочных мер для изменения процесса сползания нации к физической дегенерации. Исходя из современных представлений о феномене физической культуры, цель системы физического воспитания – обучение обучающихся в общеобразовательной школе знаниям, умениям и навыкам активного использования базовых ценностей физической культуры для формирования и совершенствования своего физического, психического и нравственного здоровья, воспитание у школьников патриотического осознания его значимости для обеспечения национального достоинства, безопасности страны.

Заключение. Применение полученной информации позволит решать задачи оценки эффективности существующей системы физкультурного образования и разработки современных подходов к ее совершенствованию.

Ключевые слова: учащиеся, здоровье, физическая культура, экономика, знания, программа, эффективность, образовательные учреждения.

Impact of Social and Economic Conditions on Physical Training of Schoolchildren in Vitebsk Region

V.A. Talay

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

Modern domestic and international policy in the field of public health requires a quantitative assessment of the health of people across the country. It is necessary for the scientific substantiation of the selection of priority issues in planning health programs of students and the public at all levels, from the local to the international.

In this regard, there is the problem of the development and implementation of social policy programmes in the Region taking into account the reinterpretation of the role and place of physical training in shaping healthy lifestyle as an important alternative to the negative social phenomena. The need for a systemic solution to the problems of increasing the efficiency of physical culture is obvious.

The aim of this work is to study the effect of social and economic conditions on shaping physical culture, interests and needs in physical exercises, healthy lifestyle and sport behaviour.

Material and methods. The pedagogical experiment involved both young men and girls aged 12 to 18, whose total number was 318. The survey was conducted in schools of Vitebsk Region in 2010 with a special questionnaire consisting of 34 questions, which are combined into several semantic units, which allows determining qualitative and quantitative characteristics of the respondents.

Findings and their discussion. An important basis for the development of the program of development of physical education

system is the need for the adoption of extended measures to change the process of slipping of the nation's physical degradation. According to current ideas about the phenomenon of physical culture, the purpose of physical education is general secondary students' learning the knowledge, skills and habits of active use of the basic values of physical culture to shape and improve their physical, mental and moral health, training pupils' patriotic awareness for its importance for national dignity, the country's security.

Conclusion. *The use of the information will allow solving the problem of evaluating the effectiveness of existing physical education and development of modern approaches to its improvement.*

Key words: *students, health, physical training, economy, knowledge, program, efficiency, educational establishments.*

По мере развития общества физическая активность и спорт все шире проникают во все сферы жизни людей, становятся все более значимой и неотъемлемой частью жизнедеятельности мировой цивилизации. В настоящее время миллионы людей во всех странах мира ведут здоровый образ жизни, составной частью которого являются занятия физическими упражнениями и оздоровительной гимнастикой, участие в спортивных соревнованиях. Гигантскими темпами развивается в последние десятилетия и спорт высших достижений, постепенно превращаясь в целую индустрию спортивных и зрелищно-массовых мероприятий. Физическая культура и спорт в современном обществе – важнейший фактор поддержания и укрепления здоровья людей, совершенствования их культуры, способ общения, активного проведения досуга, альтернативный вредным привычкам и пристрастиям [1; 2].

Физическая культура и спорт относятся также к числу важных факторов повышения долголетия, prolongation жизни населения, активного отдыха. Физкультурно-спортивному движению придан статус одного из главных приоритетов политики государства. Законом «О бюджете Республики Беларусь на 2004 год» по отрасли «Физическая культура и спорт» были предусмотрены бюджетные ассигнования в размере 71,4 млрд руб., что составляет 0,5% расходов бюджета.

Физическая культура определяется как часть общей культуры общества, одна из сфер социальной деятельности, направленных на укрепление здоровья, развитие физических способностей человека. Основные показатели состояния физической культуры: уровень здоровья и физического развития людей; степень использования физических упражнений в сфере воспитания и образования, производстве и быту.

Здоровье взрослого населения в значительной степени определяется здоровьем детей, так как многие формы патологии формируются в детстве. Рост заболеваемости детей школьного возраста может создать серьезные социальные, экономические и психологические проблемы как для самих детей, так и для общества в целом.

Физическое развитие ребенка зависит от унаследованных особенностей родителей. Однако огромное влияние на физическое развитие детей оказывают социально-экономические условия жизни, формирование характера, силы воли, воспитание, занятия спортом. Физическая культура и спорт формируют у ребенка силу, выносливость, стиль, гибкость и многие другие полезные качества. Высокая двигательная активность является благодатной почвой и для нормального психического развития ребенка.

Состояние здоровья подростков вызывает беспокойство уже давно. В последние годы отмечается ухудшение физического развития и физической подготовленности учащейся молодежи. Различные исследования подтверждают обоснованность такого беспокойства. По данным научных исследований, в 2010 году численность детей в возрасте от 6 до 17 лет в г. Витебске составляла 27338, из них к первой группе здоровья относилось 10775 детей, ко второй – 12714 детей, к третьей – 3551, к четвертой – 318 детей. Более 50% юношей и девушек школьного возраста уже имеют хронические заболевания, а в целом лишь 15,85% выпускников можно считать практически здоровыми.

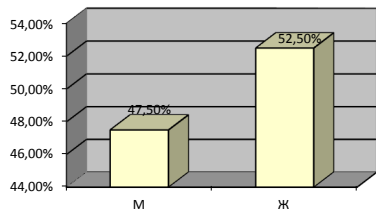
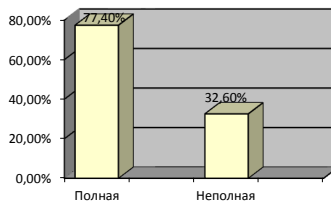
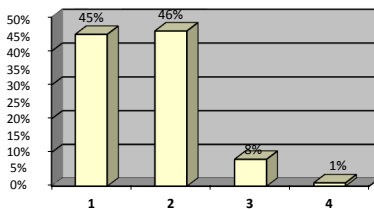
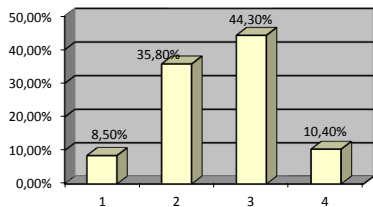
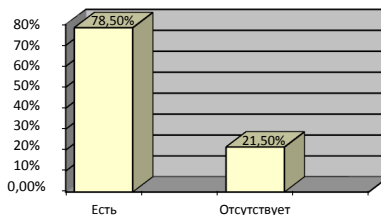
Цель статьи – изучение влияния социально-экономических условий на занятия физической культурой, формирование интересов и потребностей в занятиях физическими упражнениями, здорового образа жизни и спортивного стиля поведения.

Материал и методы. Проводился социологический опрос по теме «Здоровье и поведение детей школьного возраста». Использовались социологические методы, позволяющие решать задачи оценки эффективности существующей системы физкультурного образования и разработки современных подходов к ее совершенствованию. В качестве респондентов выступали юноши и девушки от 12 до 18 лет, общее количество которых составляло 318 человек. Исследование проводилось в 2010 году в школах города Витебска. Анкета состояла из 34 вопросов, которые были объединены в несколько смысловых блоков, позволяющих определить следующие качественно-количественные характеристики:

- мнение учащихся о собственном физическом и психологическом здоровье, социальном благополучии;
- социальный портрет учащихся в социально-педагогических условиях их жизнедеятельности;
- образ жизни и стиль поведения школьников;
- уровень физической активности школьников;
- физкультурно-спортивные знания;
- ценностные ориентации.

Результаты и их обсуждение.

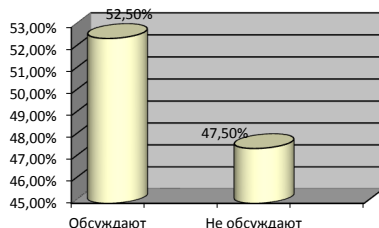
Рассматриваемые вопросы подразделялись на следующие блоки:

*1. Экономическое состояние семьи респондентов.***1. Половые различия****2. Полная/неполная семья****3. Количество детей в семье****4. Количество жилых комнат****5. Наличие своей комнаты**

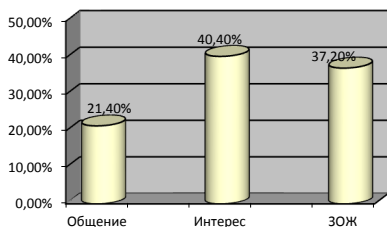
Предложенные вопросы были приняты как исходные, постоянные, неменяющиеся компоненты семьи за короткий промежуток времени. Предпочтительно эти сведения являются основополагающими к развитию у респондентов мотивов, интересов и потребностей, желаемого и реальных потребностей. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что социальные условия проживания респондентов удовлетворительные. Почти 80% имеют свою отдельную комнату.

II. Экономическое благосостояние семьи на уровне психологического отношения «желаемое/результат» отражено в следующих вопросах:

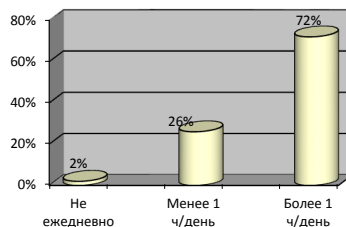
1. Обсуждают/не обсуждают семейные расходы?



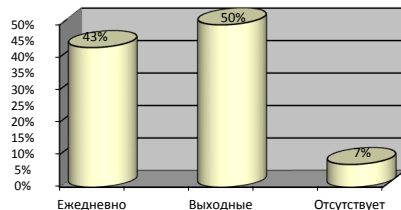
2. Что привлекает в спортивных и культурно-массовых мероприятиях?



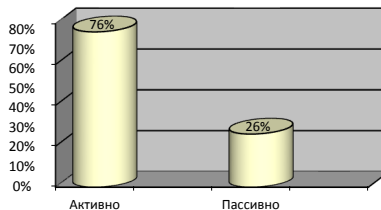
3. Проведение времени за телевизором/компьютером



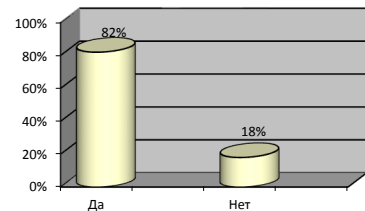
4. Наличие свободного времени



5. Проведение свободного времени



6. Любят ли делать подарки?



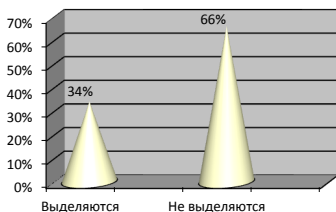
7. Ориентация при выборе подарка



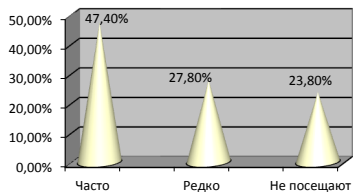
В данном разделе опроса ориентация делалась на психологическое восприятие респондентами действительности, выражающееся в их осознании и соотношении своих потребностей с реальными возможностями, субъективности мышления. Анкетный опрос выявил, что респонденты соотносят собственные потребности с реальными возможностями, более половины учащихся принимают участие в формировании семейного бюджета. С другой стороны, хотелось бы отметить, что при покупке товаров или услуг 84% респондентов обращают внимание, прежде всего, на функциональность товара.

III. Непосредственное благосостояние семьи, реальные материально-финансовые затраты:

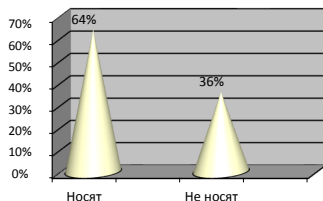
1. Деньги на проезд



2. Посещение спортивных и культурно-массовых мероприятий



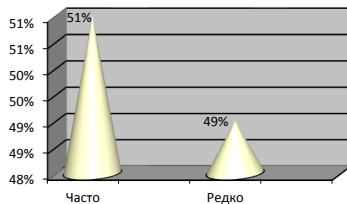
3. Ношение общешкольной формы



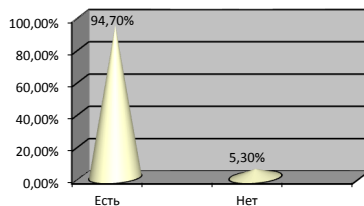
4. Предпочтение при покупке одежды



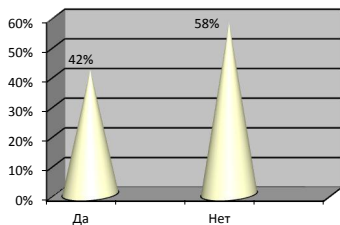
5. Покупка одежды



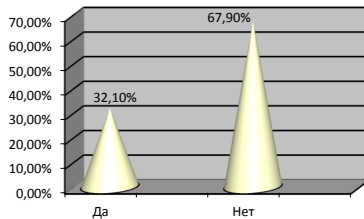
6. Деньги на карманные расходы



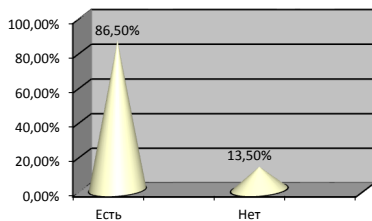
7. Деньги на общественное питание



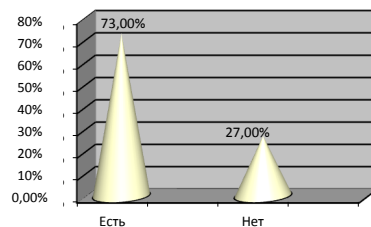
8. Пользование услугами репетитора



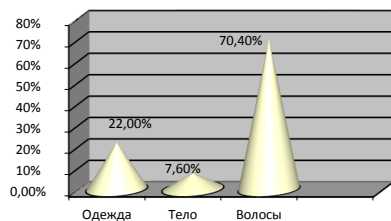
9. Наличие мобильного телефона



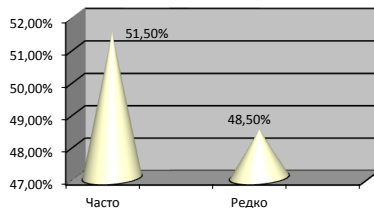
10. Наличие компьютера



11. Как проявляются эксперименты над внешностью?



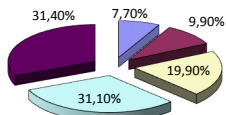
12. Посещение парикмахерской



Вопросы раскрывают непосредственное состояние материально-финансового состояния семей респондентов, их реальные затраты в повседневной жизни. В результате обработки данных анкетирования выявлено достаточно удовлетворительное финансовое положение семей респондентов. Об этом говорит и то, что более 62% учащихся имеют компьютер, мобильный телефон, располагают деньгами на карманные расходы.

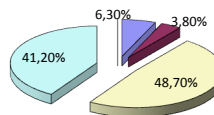
IV. Потребности респондентов:

1. Увлечения



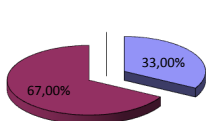
1. Творчество – 31,40%
2. Спорт – 19,90%
3. Учеба – 31,10%
4. Компьютер – 7,70%
5. Общение – 9,90%

2. Желание зарабатывать



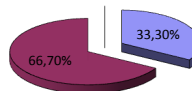
1. Физический труд – 41,20%
2. Интеллектуальный труд – 48,70%
3. ФКИС – 6,30%
4. Другая деятельность – 3,80%

3. Возможно ли приобретение качественного инвентаря за свой счет?



1. Нет – 67%
2. Да – 33%

4. Готовы ли участвовать в платных соревнованиях?

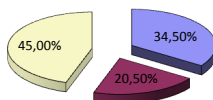


1. Нет – 66,70%
2. Да – 33,30%

В результате обработки данных анкетирования выявлены два направления взаимосвязанных переменных, которые можно назвать факторами жизненных ценностей и личной активности. В наиболее значимые жизненные ценности входят уважение в обществе, крепкое здоровье, удовольствие от работы, высокооплачиваемая работа, счастливая семья. Ко второму фактору относятся внешний вид, дополнительные занятия, необходимость занятий физической культурой.

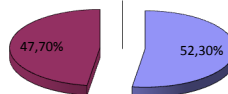
V. Взаимосвязь реального отношения к физической культуре и спорту к желаемому:

1. Желание проведения секционной работы в школе



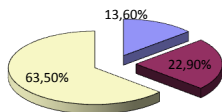
1. Нет желания – 45%.
2. Желание проведения спортивных игр – 34,50%.
3. Не знают – 20,50%.

2. Желание посещения платных секций



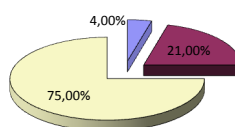
1. Нет – 47,70%.
2. Да – 52,30%.

3. Важность физической культуры



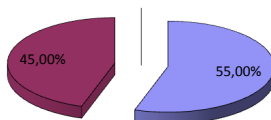
1. Да – 63,50%.
2. Посредственно – 22,90%.
3. Нет – 13,60%.

4. Оценка своего физического развития



1. Высокая (8–10 баллов) – 75%.
2. Средняя (5–7 баллов) – 21%.
3. Низкая (1–4 баллов) – 4%.

5. Занимались ли Вы каким-либо видом спорта?



1. Занимался – 55%.
2. Не занимался – 45%.

Закключение. Следовательно, основным условием эффективности реализации педагогических направлений физического воспитания в образовательных учреждениях является наличие современной физкультурно-спортивной базы; необходимого спортивного инвентаря и оборудования для обеспечения физического воспитания; эффективной системы организации и проведения физкультурно-оздоровительных и спортивных соревнований в общеобразовательных учреждениях, включающей школьников в спортивную деятельность; современных образовательных программ физического воспитания с учетом новейших и инновационных технологий, форм и методов физкультурно-оздоровительной и спортивно-массовой работы в школах, позволяющих обеспечить двигательный режим учащихся в объеме 6–8 часов в неделю; высокопрофессиональных специалистов, учителей и тренеров для работы в школах; социальной защиты и стимулов труда учителей и тренеров; эффективной внеклассной работы, связанной со спортивной деятельностью, в образовательных учреждениях.

Применение полученной информации позволит решать задачи оценки эффективности существующей системы физкультурного образования и разработки современных подходов к ее совершенствованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян, И.А. Экология человека / И.А. Агаджанян, В.И. Торшин // Экология человека. – М.: КРУК, 1994. – 256 с.
2. Паханова, Л.Э. Факторы обусловленности здоровья и здоровьеориентированного поведения школьников разных половозрастных групп / Л.Э. Паханова, В.Н. Ирхин, Л.А. Кядуцкая // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 1. – С. 50–52.

REFERENCES

1. Agadzhanian I.A., Torshin V.I. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], M., KRUK, 1994, 256 p.
2. Pahanova L.E., Irkhin V.N., Kiadutskaya L.A. *Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 2016, 1, pp. 50–52.

Поступила в редакцию 20.06.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: fffkis@vsu.by – Талай В.А.

Диагностические задания по выявлению сформированности у учащихся предметных компетенций при работе со словарями

А.А. Лазуркин

*Научно-методическое учреждение «Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь*

В настоящее время возникла необходимость разработки педагогического направления лексикографической науки. Принимая антропоцентрический подход как основополагающий, в практику работы учреждений образования следует включать виды деятельности, способствующие в рамках данного подхода осуществлению формирования предметных компетенций при работе с учебными словарями.

Цель статьи – предложить диагностические задания и проанализировать результаты их выполнения учащимися 5–9-х классов учреждений общего среднего образования.

Материал и методы. В результате проведенного констатирующего эксперимента в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь (Витебская, Могилевская, Брестская области, г. Минск) собран достаточный эмпирический материал. При проведении исследования использованы методы, применяемые в науке: анализ, сравнение, обобщение. Достоверность полученных результатов обеспечивается их репрезентативностью.

Результаты и их обсуждение. При проведении исследования выявлялась степень сформированности языковой, речевой, коммуникативной, лингвокультурологической, социокультурной и риторической компетенций у учащихся II ступени получения общего среднего образования.

В предлагаемых диагностических заданиях использовались различные формы: определить вид словаря по его характеристике, объяснить словарные пометы, высказаться по заявленному утверждению с приведением аргументов, привести собственные примеры для иллюстрации словарных положений, написать лингвистическую миниатюру и др. Выполнение учащимися диагностических заданий позволяет сделать выводы о недостаточной сформированности предметных компетенций по русскому языку.

Заключение. Результаты, полученные нами, определены на основании уровня текущего состояния сформированности компетенций: познавательного, практического, репродуктивного, продуктивного. Количественный анализ результатов выполнения заданий, предполагавший ранжирование полученных числовых (математических) данных после изучения качественной стороны ответов по позициям и анализ среднестатистического показателя выполнения заданий всеми учащимися, позволил установить познавательный уровень (<23,05%>) сформированности ключевых компетенций при работе со словарями на уроках русского языка.

Ключевые слова: диагностические задания, предметные компетенции, учебные словари, уровни сформированности.

Diagnostic Tasks on Identifying Students' Subject Competence Shaping while Working with Dictionaries

A.A. Lazurkin

*Scientific and Methodological Establishment «National Institute of Education» of the Ministry
of Education of the Republic of Belarus*

The idea of the necessity to elaborate a pedagogical direction in the science of lexicography was put forward by the outstanding lexicographer-practitioner V.V. Morkovkin, who stated that the linguistic centered approach to the description of the language should be distinguished from the anthropocentric one. That is why, if the anthropocentric approach is accepted as the basic one, activities, which facilitate shaping subject competences in working with dictionaries, should be included into educational establishment practice.

The purpose of the article is to offer diagnostic tasks to the 5th–9th year secondary schoolchildren and to analyze their results.

Material and methods. As a result of the stating experiment conducted at secondary schools of the Republic of Belarus (Vitebsk, Mogilev, Brest Regions and the City of Minsk) sufficient empiric material was collected. Methods used in methodological science were used: analysis, comparison, generalization. The reliability of the obtained findings is provided by their representation.

Findings and their discussion. In the course of the research the degree of language, speech, linguistic and cultural, social and cultural and rhetoric competences of 2nd stage general secondary education students was identified.

In the offered diagnostic tasks various forms were used: to identify the dictionary type according to its characteristic, to explain dictionary marks, to speak on the given statement using arguments, to give own examples to illustrate the dictionary articles, to write a linguistic miniature etc. Doing the diagnostic tasks makes it possible to conclude about insufficient shaping of the Russian Language subject competences.

Conclusion. The findings we received were identified on the basis of the level of current state of competence shaping: cognitive, practical, reproductive, productive. The quantitative analysis of the results of the performed tasks which presupposed ranging of the obtained numerical (mathematical) data after studying the qualitative side of the answers according to positions and analysis of average statistical parameter of task performance by all students, made it possible to identify the cognitive level (<23,05%>) of shaping key competences while working with dictionary at Russian lessons.

Key words: diagnostic tasks, subject competences, academic dictionaries, levels of shaping.

Уровень развития лингвистики любого народа определяется, прежде всего, по состоянию словарей. Ю.Н. Караулов, анализируя вклад этой отрасли науки, пишет о том, что «лексикография несет ответственность за всю лингвистику, она оказывается лицом науки..., т.е. лексикография обладает “эффектом представительства” в языкознании» [1, с. 5].

Педагогически ориентированная отрасль лексикографии – учебная – одна из наиболее востребованных разновидностей словарей, так как учебный словарь – незаменимый помощник в обучении русскому языку в учреждениях образования. Более того, учебные словари являются и средством формирования языковой, речевой, коммуникативной, лингвокультурологической, социокультурной и риторической компетенций. Разработкой диагностических заданий по выявлению уровня сформированности предметных компетенций занимаются отечественные ученые Л.А. Мурина, Л.А. Худенко, В.Ф. Русецкий, Г.В. Галкина, С.В. Николаенко, Т.В. Игнатович, Р.С. Сидоренко, И.П. Кудреватых и др. [2]. Ими определены теоретические основы и методическое обеспечение процесса обучения русскому языку в 5–11-х классах учреждений общего среднего образования Республики Беларусь, обозначены компетенции, которые связаны с языковым и речевым развитием обучающихся, предложен методический аппарат с большим количеством форм и методов учебной деятельности. Однако лексикографической работе при реализации компетентного подхода не уделяется должного внимания по причине неразработанности методики работы с учебными словарями в аспекте формирования предметных компетенций.

Цель статьи – представить результаты выполнения учащимися 5–9-х классов учреждений общего среднего образования Республики Беларусь разработанных нами диагностических заданий, в которые включены виды деятельности, способствующие повышению уровня сформированности предметных компетенций по русскому языку.

Материал и методы. Предлагаемые для учащихся задания содержат языковой материал, связанный с экспертной оценкой сформированности компетенций и обработкой результатов с помощью *атрибутивного варианта* выявления характеристик этих компетенций. Такой междисциплинарный подход позволит сделать вывод о личностной составляющей владеющего компетенциями учащегося II ступени получения общего среднего образования.

Задания для диагностики сочетают в себе как вспомогательные инструменты измерения (к ним мы отнесли тест, готовый текст, анкетные вопросы), так и мотивационную часть, состоящую из ряда заданий, направленных на выявление диапазона применения умений работать с учебным словарем любого вида.

При проведении исследования использованы методы, применяемые в науке: анализ, сравнение, обобщение. Достоверность полученных результатов обеспечивается их репрезентативностью.

Результаты и их обсуждение. С учетом поставленной цели были определены задачи, направления и содержание заданий. Учащимся были предложены 10 заданий, в которых текстовой и дидактический материал связан с определением результатов о знаниях, умениях и навыках, опыта деятельности, характеризующей сформированность компетенций, по пользованию тем или иным лексикографическим источником, нахождение необходимой словарной информации, составлению собственных словарных статей и др.

Задание 1 представлено как анкета, отвечая на вопросы которой девятиклассникам необходимо проанализировать свою учебную деятельность и опыт обращения к словарям в школьной практике (как на уроках русского языка, так и во внеурочное время), а нам – проследить, как в образовательном процессе сформированы метапредметные компетенции учащихся в следующих видах деятельности: ученик знает, умеет и владеет навыками принимать поставленную перед ним учебную задачу, строить рассуждение в форме простых суждений о словарях, их строении и свойствах, проявлять интерес к обучению и любознательность. Итак, учащимся было предложено ответить на следующие вопросы:

1. На уроках русского языка учитель предлагает вам обратиться к словарю?
- да нет
2. С какой периодичностью происходит обращение к словарям на уроках русского языка:
- на каждом уроке эпизодично 2-3 раза в учебном году совсем не обращайтесь другой ответ

раakterистикам. Для одной из характеристик название не представлено. Это название и будет вашим кодовым словом (характеристики словарей взяты нами из предисловия к учебным словарям, которыми согласно Программе должны научиться пользоваться учащиеся).

1. Словарь содержит слова, где объясняются их значения. 2. Словарь содержит слова, где объясняются их значения. 3. Словарь содержит пары (группы) однокоренных слов, в употреблении которых в практике речи наблюдается смешение. 4. В словаре содержится историческое толкование общеупотребительных слов современного русского литературного языка. 5. Словарь содержит слова с их словообразовательной структурой. 6. В словаре представлено русское литературное произношение и ударение. 7. В словаре зафиксировано написание слов согласно русскому правописанию. 8. В словаре предлагается объяснение слов и терминов иноязычного происхождения. 9. Словарь указывает на смысловые, стилистические и сочетаемостные различия между словами в ряду. 10. Словарь, показывающий членение слов на составляющие их части.

Не ошиблись учащиеся в характеристиках словарей позиций 1, 5, 6, 7, 8. Правильно идентифицировали фразеологический словарь **64%** школьников. Только **34%** респондентов смогли определить «пары (группы) однокоренных слов, в употреблении которых в практике речи наблюдается смешение» как *паронимы*, а следовательно, напротив позиции не могли указать вид словаря – словарь паронимов. Не разграничивают понятий «историческое толкование» и «исторический термин» **82%** девятиклассников. Представленная характеристика для словаря синонимов (позиция 9) оказалось сложной для определения данного вида словаря (только **8%** учащихся смогли правильно определить вид словаря).

Задание 3 является своего рода продолжением установления уровня языковой компетенции учащихся посредством понимания таких языковых категорий, как синонимы, антонимы, этимология, фразеологизм, словообразовательный ряд и др. При выполнении задания учащиеся должны были пользоваться словарями (группы были сформированы по 8 учеников, столько же было предоставлено комплектов словарей) и оперативно найти ответы за единицу времени (8 минут). При условии достаточной степени сформированности языковой компетенции (умение поиска той или иной языковой единицы в определенном виде словаря) поиск одной словарной статьи занимает не более 1 минуты.

Задание 3

Установите олимпийский словарный рекорд по поиску необходимого слова. Сделайте это на время. Итак, найдите:

1. Правописание слова *с...н...окая* – _____
2. Синонимы к слову *доброжелательный* – _____
3. Противоположное значение к слову *чужая* – _____
4. Что обозначает выражение «*Иван родства не помнящий*» – _____
5. Какое слово пропущено в данной цепочке: *образовать* → → *образованность*
6. Сколько словообразовательных морфем в слове *гостеприимство* – _____
7. Каково основное значение слова *край* – _____
8. Как на белорусском языке будет звучать выражение «*Добро пожаловать*» – _____

У вас 8 минут. Время пошло.

За указанное время (8 минут) справились **15%** девятиклассников, верно определив вид словаря для поиска нужной информации и продемонстрировав умение осуществлять правильный и последовательный поиск по словарю. Учащиеся испытывали трудности, например, в соотнесении выражения «*Иван родства не помнящий*» с фразеологической единицей или поиске фразеологизма по словарю. Неправильное выделение морфем в слове или неумение строить словообразовательные цепочки стали причинами выбора «неправильного» словаря для поиска.

«Ключевые слова», используемые для такого типа речи, как доказательство, должны были стать основой для выполнения **4-го задания**, связанного с уровнем формирования социокультурной и риторической компетенции.

Используя ключевые слова задания 3 и значения, которые были установлены в ходе выполнения предыдущего задания, подберите языковой материал для написания эссе «*Мой край в словарной Вселенной*».

На наш взгляд, выполнение задания вызвало определенные затруднения у школьников. Качественный анализ собранных учащимися материалов для написания эссе подтвердил неумение девятиклассников пользоваться словарями как источниками расширения словарного запаса, как информативными справочниками, в которых может быть представлен языковой, социокультурный и даже энциклопедический материал.

Выполнение **5-го задания** связано не только с умением оперировать дополнительной информацией, заключенной в словарной статье, но и с овладением нормами русского языка, которые развиваются и совершенствуются в процессе обучения.

Ваш зарубежный друг приехал учиться в твой класс на одну четверть. Много интересного и нового он узнал о системе образования в нашей стране, о том, какие задания предлагаются на уроках, как живет

ваша школьная семья. Однако не всё ему осталось ясным. Например, работая на уроке русского языка со словарями, он не разобрался, что это за «доп.», «не рек.», «нов.», «общеупотр.»

Объясните своему другу эти сокращения. Как они называются, что обозначают, к каждому сокращению приведите примеры, вспоминая при этом нормы языка.

«Расшифровать» все лексикографические (словарные) пометы смогли все учащиеся, за исключением пометы «не рек.», которая вызвала затруднение у **11%** респондентов. Указать понятие «лексикографическая помета» / «словарная помета» смогли только **26%** школьников. Поскольку задание было связано с проверкой уровня владения нормами русского языка, то учащиеся продемонстрировали средний уровень владения (не смогли привести примеры норм, которые допускаются).

Полагаем, что работа со словарями на уроках русского языка должна начинаться со знакомства с их авторами и составителями. Поэтому в качестве материала для следующего **задания 6** мы взяли тексты известных русских лексикографов – В.И. Даля и С.И. Ожегова.

Прочитайте тексты. Определите их стиль, жанр и представленный тип речи. (Данная информация будет необходима вам для выполнения одного из заданий эксперимента.) Что вы знаете об авторах этих текстов и созданных ими произведениях?

Жанрово-стилевую принадлежность первого текста (эпистолярный жанр, научно-популярный стиль) правильно установили **42%** учащихся, при этом испытыв особую трудность в определении стиля. При определении типов речи, представленных в письмах В.И. Даля, девятиклассники давали однозначные ответы (доказательство, повествование). Однако предложенные тексты являются комбинированными по типам речи, на что указали только **9%** учащихся.

В выполнении задания по тексту С.И. Ожегова учащиеся испытали также затруднение в определении жанра. Так как с языковой точки зрения представляется проблематичным однозначно определить жанрово-стилевую принадлежность текста ввиду отсутствия первоисточника и противоречивости некоторых стилиевых маркеров, мы принимали за правильные ответы следующие: газетная заметка, словарная статья, научное сообщение, доклад; публицистический, научно-публицистический и др. Отметим, что **44%** школьников не предложило ни одного ответа на задание.

Следующее **задание 7** предполагало проверку не только лингвокультурологической компетенции, но и языковой – умение учащихся написать лингвистическую миниатюру в соответствии с требованиями, которые предъявляются к подобному жанру.

С учетом стиля, жанра и типа речи текстов, представленных в предыдущем задании, напишите небольшую лингвистическую миниатюру о любом из учебных словарей, которыми вы пользуетесь на уроках русского языка. Обратите внимание на заголовок вашей работы. Помните, как одна из научно-популярных книг называлась «Вселенная в алфавитном порядке». Используйте интересную метафору для заголовка своего текста.

Низкий процент учащихся (**23%**), успешно справившихся с выполнением данного задания, обусловлен отсутствием знаний о конкретном словаре, а также несформированностью умений и навыков в краткой форме изложить главное о лексикографическом источнике.

Ответы на **задание 8** характеризовались простотой, тяготением к разговорному стилю речи учащихся, который не предпочтителен для языка словарной статьи, отсутствием примеров из художественных произведений. При определении вида словаря учащиеся допускали ошибки или вовсе затруднялись ответить на поставленный вопрос. Как и при выполнении второго задания анкеты, большинство девятиклассников не смогло привести примеров на паронимических пары (*временный–временной*).

В науке принято, что любое теоретическое положение требует доказательства (вспомните теоремы, физические опыты, правила по русскому языку). Так и в любой словарной статье вы найдете примеры. Они могут быть представлены в разных формах и видах: отдельные слова, словосочетания, предложения, высказывания в виде крылатых выражений и т.д. Вам предложены словарные статьи из разных учебных словарей. Определите, для какого словаря необходимы примеры (они должны отражать назначение словаря) и запишите их.

Задание 9 было следующим:

Вам представлены ряды слов. Что вы скажете о лексическом и грамматическом значении таких слов, их сочетаемости, составе. Можно ли это сделать без обращения к словарю. К каким словарям вы обратились в первую очередь. Впишите эти названия.

бокозрей, пролетье, голодай, сенозарник, засидки _____
 ваворок, ветиль, вохлы, черсуна _____
 апатозавр, антропоморфизм, киворий, коспонсор, нуклеарный _____

Правильными ответами при выполнении задания должны были стать следующие: 1) этимологический словарь; 2) словарь живого великорусского языка В.И. Даля; 3) словарь иностранных слов. К сожалению, учащиеся не смогли указать словари первой и второй позиции. Только **13%** учащихся отметили словарь иностранных

слов, обратив внимание на наличие в ряду единиц с «иностранной» окрашенностью (*нуклеарный* – *nuclear*, *коспонсор* – *co-sponsor*, *антропоморфизм* – *anthropomorphism*).

Последнее **задание 10** объединило выявление уровня всех компетенций. Школьники не были ограничены в выборе жанрово-стилевой принадлежности текста.

Как вы понимаете выражение «Читайте словари!»? Это то же, что и «Читайте Пушкина!», «Ходите в театр!», «Делайте добро!», подберите систему доказательств.

При выполнении этого задания **22%** респондентов отметили принадлежность данных высказываний к следующим жанрам: выступление перед публикой, заметка в газету, обращение к одноклассникам и др., используя заявленную в задании систему доказательств (убедительную речь), – продемонстрировав хорошую языковую подготовку, владение нормами русского языка и ключевыми компетенциями в соответствии Концепцией учебного предмета «Русский язык», в частности *речевой*, предполагающей «владение способами выражения мысли посредством языка в устной и письменной форме, умениями пользоваться языком в различных видах речевой деятельности», и *коммуникативной*, предполагающей владение культурой речи, правилами речевого общения и разными видами речевой деятельности; сформированность умений создавать самостоятельные устные и письменные связные высказывания разных стилей, типов и жанров речи в соответствии с целями и задачами общения [4, с. 5].

Количество реципиентов, которые частично справились с заданием, – **47%**. «Частичное» выполнение предполагает ограниченное использование традиционного жанра школьного сочинения с опорой на изученные ранее произведения без выхода на иной перцептивный уровень владения социокультурной информацией, а также без опоры на риторические знания, умения и навыки. В **31%** представленных работах были предложены краткие ответы без системы доказательств.

Заключение. Таким образом, в результате диагностики сформированности предметных компетенций при работе со словарем на уроках русского языка были установлены «слабые» стороны существующего формального (структурного) подхода в обучении. Констатирована минимальная степень реализации коммуникативно-деятельностного подхода на занятиях по русскому языку.

Уровни сформированности компетенций на уроках русского языка при использовании словарей определены с учетом текущего состояния компетенций. К ним мы отнесли **4 уровня**:

- 1) познавательный (знает, применяет, воспроизводит. Верхняя шкала оценки – от 20 до 29% выполнивших задания);
- 2) практический (решает познавательные задачи с помощью словарей. Верхняя шкала оценки – от 30 до 49% выполнивших задания);
- 3) репродуктивный (решает поставленные задачи с применением известных видов деятельности работы со словарями. Верхняя шкала оценки – от 50 до 69% выполнивших задания);
- 4) продуктивный (умеет использовать данные словарей в нестандартных заданиях, составлять тексты. Верхняя шкала оценки – от 70% выполнивших задания).

Количественный анализ результатов выполнения заданий, предполагавший ранжирование полученных числовых (математических) данных после изучения качественной стороны ответов по позициям и анализ среднестатистического показателя выполнения заданий всеми учащимися, позволил установить *познавательный* уровень (**<23,05%>**) сформированности ключевых компетенций при работе со словарями на уроках русского языка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Караулов, Ю.Н. Советская лексикография / Ю.Н. Караулов. – М.: Русский язык, 1988. – 271 с.
2. Русский язык как средство коммуникации в современном интернациональном пространстве. Международный форум молодых учителей русского языка и литературы: сб. науч. ст. – Минск: Национальный институт образования, 2015. – 154 с.
3. Татур, Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов / Ю.Г. Татур // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 3. – С. 28–42.
4. Концепция обучения русскому языку в системе общего среднего образования Республики Беларусь / Л.А. Мурина, Ф.М. Литвинко, Г.И. Николаенко, С.В. Николаенко, Л.А. Худенко, Е.Е. Долбик, Р.С. Сидоренко // Русский язык и литература. – 2015. – № 9. – С. 3–10.

REFERENCES

1. Karaulov Yu.N. Sovetskaya leksikografiya [Soviet Lexicography], M., Russkii yazyk, 1988, 271 p.
2. Russkii yazyk kak sredstvo kommunikatsii v sovremennom internatsionalnom prostranstve. Mezhnatsionalni forum molodykh uchitelei russkogo yazyka i literatury: sb. nauch. st. [The Russian Language as a Means of Communication in Contemporary International Space. International Forum of Young Russian Language and Literature Teachers: Collection of Scientific Works], Minsk, Natsionalni institut obrazovaniya, 2015, 154 p.
3. Tatur Yu.G. Vissheye obrazovaniye segonia [Higher Education Today], 2004, 3, pp. 28–42.
4. Murina L.A., Litvinko F.M., Nikolayenko G.I., Nikolayenko S.V., Khudenko D.A., Dolbik E.E., Sidorenko R.S. Russkii yazyk i literatura [The Russian Language and Literature], 2015, 9, pp. 3–10.

Поступила в редакцию 06.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: anatoliyazurkin@tyt.by – Лазуркин А.А.

Определение эффективных способов управления творческой познавательной деятельностью студентов в образовательном процессе

Е.Л. Котко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»

Данная статья посвящена рассмотрению управления творческой познавательной деятельностью студентов как способа упорядочения и регулирования деятельности отдельных индивидов или групп в системе вузовского обучения. Проблематика управления творческой деятельностью выступает как наиболее актуальная, поскольку заинтересованность, самостоятельность, сознательность и активность самих обучающихся в значительной степени зависят от характера организации их деятельности.

Цель статьи – рассмотрение управления творческой познавательной деятельностью студентов как способа упорядочения и регулирования деятельности отдельных индивидов или групп в системе вузовского обучения.

Материал и методы. В Барановичском государственном университете (БарГУ) на факультете славянских и германских языков было проведено анкетирование среди студентов II–III курсов. При этом применялся комплекс методов, используемых для выявления оценки степени личностного участия студентов в образовательном процессе; оценки уровня системности работы студентов над изучаемым материалом; определения места творчества в процессе усвоения студентами знаний, умений, навыков; влияния выбора различных методов управления на эффективность творческой познавательной деятельности студентов.

Результаты и их обсуждение. Результаты данного исследования говорят об эффективности влияния различных способов управления творческой познавательной деятельностью студентов в образовательном процессе на качество учебных достижений учащихся. Наибольшим развивающим эффектом обладают самостоятельность при выполнении студентами учебных действий; применение личностно ориентированного подхода в обучении; использование интеграции аналитических основ более чем из одной учебной дисциплины для исследования предмета обсуждения; конструирование нового знания; использование методов, стимулирующих творческую познавательную деятельность; применение приобретенных знаний в изменяющихся условиях.

Заключение. Управление познавательной деятельностью студентов будет считаться эффективным, если оно будет способствовать более успешному решению познавательных задач, повышению мотивации, познавательной активности, самостоятельности и успеваемости. На каждом этапе управления этой деятельностью студентов необходимо применять те средства и способы, которые помогут сделать процесс обучения более эффективным.

Ключевые слова: управление, творческая познавательная деятельность.

Determining Effective Ways of Managing Creative Cognitive Activities of Students in the Educational Process

E.L. Kotko

Educational Establishment «Baranovichi State University»

This article centers round the management of creative cognitive activities of students as a way to streamline and regulate activities of individuals or groups in the system of University education. The problem area of management of creative activity is the most crucial, as interest, autonomy, consciousness and activity of students largely depend on the nature of the organization of their activities.

The purpose of the article is considering the management of student creative cognitive activity as a way to streamline and regulate activities of individuals or groups in the system of University education.

Material and methods. A questionnaire of the second and third year students was conducted at the Faculty of Slavonic and Germanic Languages of Baranovichi State University. In this study a range of methods is used to identify the assessment of the degree of students' personal involvement in the educational process; evaluation of the level of systematic work of students on the studied material; determination of the role of creativity in the process of students' studying information and acquiring skills; influence of selection of different management methods on the effectiveness of creative cognitive students' activity.

Findings and their discussion. *The results of this study testify to the effectiveness of the impact of different ways of managing the creative cognitive activities of students in educational process and quality of students' educational achievements. Autonomy in students learning activities; application of a student-centered approach to learning; the use of the integration of the analytical foundations of more than one academic discipline for the study of the subject matter; construction of new knowledge; using techniques to stimulate creative cognitive activity; apply acquired knowledge to changing conditions, have the greatest educational effect.*

Conclusion. *Management of students' cognitive activity will be considered as effective if it contributes to a more successful resolution of cognitive tasks, higher motivation, cognitive activity, independence and achievement. At each stage of the management of students' cognitive activity, you should apply the means and methods that will help you to make the learning process more effective.*

Key words: *management, creative cognitive activity.*

Обучение в современной высшей школе является непрерывно развивающейся формой организации деятельности студентов в учебном процессе: ежегодное обновление значительной части профессиональных знаний, которыми должны овладеть будущие выпускники вузов, влечет за собой необходимость поворота в системе высшего образования от формулы «образование на всю жизнь» к формуле «образование через всю жизнь». Высшая школа неуклонно переходит от передачи студентам информации в готовом виде к формированию у них опыта творческой работы.

Творческая познавательная деятельность, являясь высшим уровнем учебно-познавательной деятельности студента, предполагает такой вид деятельности, при котором обучаемые могут значительно шире и глубже изучать учебный материал, раскрывать новые стороны изучаемых явлений, высказывать свои суждения, пользоваться более совершенными методами решения поставленных задач. Иными словами, творческая познавательная деятельность студентов позволяет вырабатывать аналитические умения продуктивного мышления в работе с учебной информацией, проявлять большую самостоятельность при освоении учебных дисциплин.

В рамках модернизации образовательной системы в данном направлении педагогическая наука обратилась к достижениям в области управления именно в связи с объективной потребностью в его внедрении в образовательные процессы. Эта идея получила развитие в работах философов, психологов, педагогов С.И. Архангельского, В.П. Беспалько, П.Я. Гальперина, Т.А. Ильиной, Н.Ф. Талызиной, Т.И. Шамовой, В.А. Якунина [1–6] и др.

Проблематика управления творческой деятельностью в условиях быстро меняющегося мира выступает как наиболее актуальная, поскольку заинтересованность, самостоятельность, сознательность и активность самих обучающихся в значительной степени зависят от характера организации их деятельности. В зависимости от того, насколько хорошо сконструирована и систематизирована преподавателем совокупность знаний, подлежащих усвоению, в какой степени обучаемым ясны цели изучения и значимость овладения данной системой знаний и умений, тем лучше и прочнее эти знания усваиваются, а умения вырабатываются. Управление творческой познавательной деятельностью определяет способ и характер воздействий на деятельность студентов, осуществляемых в определенной последовательности для достижения поставленной цели.

Цель статьи – рассмотрение управления творческой познавательной деятельностью студентов как способа упорядочения и регулирования деятельности отдельных индивидов или групп в системе вузовского обучения.

Материал и методы. Материалом для проведения исследования явились нормативно-правовые документы Министерства образования Республики Беларусь, научные работы по философии, психологии и педагогике. Для определения эффективных способов управления творческой познавательной деятельностью студентов применялся комплекс взаимодополняемых методов – теоретический анализ исследований, отражающих состояние проблемы; анкетирование; математическая обработка полученных данных.

В анкетировании участвовало 120 студентов II–III курсов БарГУ факультета славянских и германских языков. Вопросы анкеты распределены в четыре блока в зависимости от выявляемого показателя. В конечном итоге нами получены результаты, определяющие круг проблем, возникающих при управлении творческой познавательной деятельностью студентов в образовательном процессе.

Результаты и их обсуждение. Управляя познавательной деятельностью студентов, следует, прежде всего, создать условия для внутренней мотивации их действий, направленных на формирование необходимых профессиональных компетенций, а также новых познавательных потребностей и ценностей. На каждом этапе управления познавательной деятельностью студентов нужно применять те средства и способы, которые помогут сделать его более эффективным. Такой подход предполагает особый отбор учебного материала, проблемность обучения, выбор заданий, планирование ее объема, уровня сложности и трудоемкости, использование передовых технологий обучения, проверки и оценки приобретенных студентами знаний, навыков и умений, учет уровня сформированности опыта творческой деятельности на различных этапах становления их как специалистов.

Управление познавательной деятельностью студентов будет считаться эффективным, если оно будет способствовать более успешному решению познавательных задач, повышению мотивации, познавательной активности, самостоятельности и успеваемости.

Вопросы анкеты распределены в четыре блока в зависимости от выявляемого показателя: оценка степени личностного участия студентов в образовательном процессе; оценка уровня системности работы студентов над изучаемым материалом; определение места творчества в процессе усвоения студентами знаний, умений, навыков; влияние выбора различных методов управления на эффективность творческой познавательной деятельности студентов.

Результаты анкетирования представлены в виде табл. 1–4:

Таблица 1

Блок 1. Оценка степени личностной активности студента в процессе учебной деятельности				
	Да (%)	Скорее да, чем нет (%)	Нет (%)	Затрудняюсь ответить (%)
1. Я активно участвую в деятельности на учебных занятиях	35	55	10	–
2. Я принимаю участие в работе над проектами или презентациями в сотрудничестве с другими студентами	51	33	16	–
3. Я часто работаю самостоятельно под контролем преподавателя	56,7	36,65	6,65	–
4. Лучше, если преподаватель, а не студент решает, какими видами деятельности заниматься на учебном занятии	33,6	33,35	21,35	11,65
5. Решение поставленных учебных задач вместе с другими студентами позволяет эффективно изучить данный материал	50	50	–	–
6. Решение поставленных учебных задач вместе с другими студентами помогает найти лучшие решения, чем при работе индивидуально	38,3	61,7	–	–

Результаты свидетельствуют о том, что наибольшим развивающим эффектом обладает самостоятельность при выполнении студентами учебных действий. Развить самоуправление, самоконтроль помогают сообщение эталонного варианта решения для самостоятельной проверки и корректировки своих действий, развитие логического рассуждения, повышение удельного использования на занятиях взаимоконтроля обучающихся. Эффективность управления творческой познавательной деятельностью студентов повышает применение личностно ориентированного подхода в обучении. Тем самым преподаватели активизируют исследовательский интерес и критическое мышление студентов.

Таблица 2

Блок 2. Оценка уровня системности работы студентов над изучаемым материалом				
	Да (%)	Скорее да, чем нет (%)	Нет (%)	Затрудняюсь ответить (%)
1. При изучении дисциплины трудно установить, что из чего следует	13,4	18,3	68,3	–
2. В ходе учебной деятельности я стараюсь понять, как сочетаются и как взаимосвязаны различные факты и идеи	56,7	36,7	6,6	–
3. Я использую информацию и (или) опыт из других сфер жизни в своей учебно-познавательной деятельности	53,4	40	6,6	–
4. Изучая учебный материал, я стараюсь истолковать его смысл, объяснить, перевести на более понятный язык	43,4	50	6,6	–
5. При изучении нового материала я стремлюсь связать новую информацию с уже известной	30	56,65	6,65	6,7

Управленческое воздействие на творческую познавательную деятельность студентов заключается в обеспечении выполнения упражнений в логике, обеспечивающей установление междисциплинарных и внутрипредметных связей. Учебно-познавательная деятельность студентов представляет собой четыре последовательных уровня усвоения. Они характеризуют их опыт в учебной деятельности, способность к решению различных задач.

I уровень – деятельность обучаемого является алгоритмической, алгоритмическое описание задано извне, обучаемый действует по аналогии с ним.

II уровень – студенты самостоятельно воспроизводят информацию и применяют ранее усвоенные способы действия при решении учебных задач.

III уровень – при решении нетиповой задачи студенты применяют ранее усвоенные способы действий, преобразовывают готовые правила и алгоритмы для решения конкретной нетиповой задачи.

IV уровень – для решения учебной задачи студенты создают новые правила и алгоритмы действий.

В процессе своей учебно-познавательной деятельности обучаемые выполняют упражнения, обеспечивающие восхождение от самых низких уровней усвоения к более высоким соответственно [2, с. 47]. Использование интеграции аналитических основ более чем из одной учебной дисциплины в рамках исследования определенной темы, вопроса, предмета обсуждения подразумевает междисциплинарное обучение. Во внимание принимаются обобщенные сведения из множества областей знаний, имеющих отношение к рассматриваемому вопросу, для объединения их в более полное, многостороннее, целостное понимание. Междисциплинарное обучение использует различные учебные дисциплины для глубокого и осмысленного понимания, интерпретации комплексных проблем.

Таблица 3

Блок 3. Определение места творчества в процессе усвоения студентами знаний, умений, навыков				
	Да (%)	Скорее да, чем нет (%)	Нет (%)	Затрудняюсь ответить (%)
1. Поощряется творческое решение поставленных проблем при изучении дисциплин	43,4	50	6,6	–
2. Использование методов, стимулирующих творческую познавательную деятельность, помогает лучше усвоить материал	56,7	36,65	6,65	–
3. Творчество может быть применено к каждой изучаемой дисциплине	36,7	56,65	6,65	–
4. Творческая деятельность может быть соотнесена только с изобразительным искусством, музыкой и т.д.	6,65	21,65	50	21,7

Наряду с процессом управления знаниями в структуре учения должен постоянно функционировать целенаправленный процесс руководством конструирования нового знания, которое не существовало в опыте обучающегося, до осуществления им акта познавательной деятельности. На выбор стратегии управления творческой учебно-познавательной деятельностью студентов большое влияние оказывает выявление их отношения к творческому решению поставленных перед ними проблем. Использование методов, стимулирующих творческую познавательную деятельность, помогает обучаемым лучше усвоить материал. В условиях отсутствия каких-либо инструкций и задач ими осуществляются самостоятельная постановка, формулировка, детализация цели, поиск средств для ее достижения и реализации, самоанализ и рефлексия.

Творчество может распространяться на все области знаний и может применяться в каждой учебной дисциплине, являясь межпредметной характеристикой. Осознанное и творческое изучение учебного материала помогает студентам использовать приобретенные знания, навыки и умения в изменяющихся условиях; учит объединять различные факты и положения, устанавливать между ними связи; способствует обеспечению личностного включения в рассматриваемую ситуацию; позволяет опереться на чувства, интересы и ценности обучаемых.

Таблица 4

Блок 4. Влияние методов обучения на эффективность творческой познавательной деятельности студентов				
1. Преподаватели показывают, что и каким образом надо делать, чтобы успешно овладеть учебным материалом	50	36,65	6,65	6,7
2. Преподаватели часто дают небольшие проверочные работы для текущего контроля знаний	71,7	21,65	6,65	–

Окончание табл. 4

3. Через решение поставленной преподавателем проблемной ситуации учебный материал усваивается лучше	50	41,65	8,35	–
4. Преподаватели часто ставят задачи, требующие участия каждого члена группы	63,4	25	11,6	–
5. На учебных занятиях поощряется участие студентов	66,7	33,3	–	–
6. Студенты часто работают в малых группах	38,3	50	11,7	–
7. На занятиях часто используются компьютерные технологии	63,4	36,6	–	–
8. Обычно занятия проходят в форме традиционных лекций.	25	63,35	11,65	–
9. Применяемые на занятиях методы обучения оказывают стимулирующее влияние и делают дисциплину интересной	50	50	–	–

Управляя творческой познавательной деятельностью студентов, следует, прежде всего, создать условия для внутренней мотивации их действий, направленных на формирование необходимых профессиональных компетенций, а также новых познавательных потребностей и ценностей. На каждом этапе управления творческой познавательной деятельностью студентов нужно применять те средства и способы, которые помогут сделать его более эффективным.

Заключение. Таким образом, результаты данного исследования говорят об эффективности влияния различных способов управления творческой познавательной деятельностью студентов в образовательном процессе на качество учебных достижений учащихся. Управление творческой познавательной деятельностью определяет способ и характер воздействий на деятельность студентов, осуществляемых в определенной последовательности для достижения поставленной цели. Повышение мотивации, познавательной активности, самостоятельности и успеваемости будет способствовать более успешному решению познавательных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский, С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы: учеб.-метод. пособие / С.И. Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
2. Беспалько, В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
3. Гальперин, П.Я. В основе – управление процессом усвоения знаний / П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина // Вестник высшей школы. – 1965. – № 6.
4. Ильина, Т.А. Структурно-системный подход к организации обучения. Вып. I / Т.А. Ильина. – М.: Знание, 1972. – 72 с.
5. Шамова, Т.И. Активизация учения школьников / Т.И. Шамова. – М.: Педагогика, 1982. – 209 с.
6. Якунин, В.А. Обучение как процесс управления. Психологические аспекты / В.А. Якунин. – Л., 1988. – 156 с.

REFERENCES

1. Arkhangelski S.I. *Uchebnyy protsess v vysshei shkole, yego zakonometriye osnovy i metody. Ucheb.-metod. posobiye* [Educational Process in Higher School, its Natural Bases and Methods. Manual] M., Vysshaya shkola, 1980, 368 p.
2. Bepalko V.P. *Slagayemiye pedagogicheskoi tekhnologii* [Components of Pedagogical Technologies], M., Pedagogika, 1989, 192 p.
3. Galperin P.Ya., Talyzina N.F. *Vestnik vysshei shkoly* [Newsletter of Higher School], 1965, 6.
4. Ilyina T.A. *Strukturno-sistemny podkhod k organizatsii obucheniya. Vyp. I* [Structural Systematic Approach to Training Vol. I], M., Znaniye, 1972, 72 p.
5. Shamova T.I. *Aktivizatsiya ucheniya shkolnikov* [Activation of Pupils' Learning], M., Pedagogika, 1982, 209 p.
6. Yakunin V.A. *Obucheniye kak protsess upravleniya. Psikhologicheskiye aspekty* [Education as a Management Process. Psychological Aspects], L., 1988, 156 p.

Поступила в редакцию 20.03.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: katsko.elena@mail.ru – Котьюк Е.Л.

Значение духовно-нравственного воспитания в преодолении негативных тенденций развития современного общества

М.В. Макрицкий

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

Для успешного решения задач духовно-нравственного воспитания все более актуальным в белорусском обществе становится вопрос сотрудничества учреждений образования и Церкви. В ряде школ Беларуси проводятся уроки, факультативные занятия, занятия по интересам с привлечением служителей Церкви.

Цель статьи – изучение сформированности ценностного отношения школьников к христианским духовным традициям белорусского народа в контексте сотрудничества государства и религиозных организаций в сфере образования.

Материал и методы. Исследование проводилось в средних школах № 5 и № 10 г. Витебска. В нем приняли участие 54 ученика шестых классов и 112 учителей. При этом использовались следующие методы: анкетирование, анализ, сравнение, обобщение, беседа, математические методы.

Результаты и их обсуждение. Результаты сравнительного исследования свидетельствуют о большем устремлении школьников, изучавших курсы по выбору духовно-нравственной направленности, посещавших факультативные занятия и занятия по интересам, на ответственное создание семьи, поддержку существующего правопорядка, помощь бедным. Они в большей степени готовы жертвовать своими интересами ради других.

Исследование показало, что в целом школа готова принять помощь религиозных объединений в осуществлении духовно-нравственного образования. О возможности такого сотрудничества говорят более половины опрошенных. Однако возникает проблема с формами подобного сотрудничества. Большинство педагогов оптимальным решением видят внешкольное мероприятие, которое ограничивает образовательные устремления Церкви в рамках общеобразовательной школы, с одной стороны, но одновременно предоставляет ей возможность репрезентации как неотъемлемой части белорусской культуры, с другой стороны.

Заключение. До конца не решенным остается вопрос о подготовке компетентных кадров для реализации поставленных задач в рамках педагогического процесса в школе.

Ключевые слова: духовность, духовное достоинство, нравственное сознание, духовно-нравственная направленность, христианские ценности.

Significance of Spiritual and Moral Education in Overcoming Negative Tendencies of the Contemporary Society Development

M.V. Makritski

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

For the successful solution of tasks of spiritual and moral education more and more urgent in the Belarusian society is the issue of the cooperation of educational establishments and Church.

The purpose of this article is to explore shaping of value attitude of students to Christian spiritual traditions of the Belarusian people in the context of cooperation between the state and religious organizations in the field of education.

Material and methods. The study was conducted in secondary schools № 5 and № 10 of the City of Vitebsk. It was attended by 54 sixth graders and 112 teachers. To implement the objectives of the study the following methods were used: questioning, analysis, comparison, generalization, research conversation, mathematical methods.

Findings and their discussion. The results of this comparison indicate the increasing aspiration of students studying elective courses of spiritual and moral orientation, attending optional courses and interest classes, on responsible creation of the family, support of the existing law, assistance to the poor. They are more willing to sacrifice their own interests for the sake of others.

Our study showed that, overall, the school is ready to take the help of religious associations in the implementation of moral education. The possibility of such cooperation is spoken about by more than half of respondents. However, the problem arises with the forms of such cooperation. The majority of teachers see the best solution in the form of out-of-school event, which limits the

educational aspirations of the Church in the framework of secondary schools, on the one hand, but at the same time gives it the possibility of representation as an integral part of Belarusian culture.

Conclusion. *The issue of training competent personnel for implementation of the objectives in the framework of the pedagogical process at school still remains unresolved.*

Key words: *spirituality, spiritual dignity, moral consciousness, spiritual and moral orientation, Christian values.*

Современные события в мире остро ставят вопрос о духовно-нравственных основах сплочения белорусского народа для сохранения существующего согласия в нашей стране и профилактики возможных столкновений на религиозной или национальной почве. Важная роль в его решении отводится школе, месту, где формируется внутренний смысловой стержень личности. Эффективная система духовно-нравственного воспитания должна способствовать развитию всесторонне и гармонично развитой личности.

Для успешного решения задач духовно-нравственного воспитания все более актуальным в белорусском обществе становится вопрос сотрудничества учреждений образования и Церкви.

Сегодня роль религии в нашем обществе вновь возрастает, а потому не удивительно, что христианские ценности называют неотъемлемой частью белорусской национальной идеи и государство придает большое значение взаимодействию с традиционными конфессиями.

Гуманистические идеи, связанные с проблемой человека в мире, его отношения к миру, смысла и ценностей жизни достаточно убедительно раскрыты русскими религиозными философами, такими как Н.Ф. Бердяев, И.Л. Ильин, В.С. Соловьев, С.Л. Франк и др. Духовность как особую способность определяют Г.Э. Бурбулис, В.Е. Кемеров и др. Данное понятие нашло отражение в работах многих ученых, в том числе С.С. Аверинцева, В.П. Андрущенко, Л.П. Буевой и др. [1–3].

В трудах И.А. Ильина, В.С. Соловьева, П.А. Сорокина под духовностью понимается уровень приобщения личности к высшим ценностям, основам православной культуры.

По мнению русского религиозного философа И.А. Ильина, «...самое важное в воспитании – это духовно пробудить ребенка и указать ему перед лицом грядущих трудностей, а может быть, уже подстерегающих его опасностей и искушений жизни, – источник силы и утешения в его собственной душе. Надо воспитывать в его душе будущего победителя, который умел бы внутренне уважать самого себя и утверждать свое духовное достоинство и свою свободу, духовную личность, пред которой были бы бессильны все соблазны и искушения современного сатанизма» [2].

Как одна из центральных категорий этики духовность включает в себя стремление человека к истине, добру, правде и красоте. Идеей единства этих этических ценностей проникнуты труды известных мыслителей: Л.Н. Толстого, Н.А. Бердяева, В.С. Соловьева, Н.К. Рериха.

Человек духовный стремится к добру, истине, красоте путем самосовершенствования. Впервые эту идею в истории педагогической мысли высказал Л.Н. Толстой, исследовав духовность как качество, выражающее сущность человека, его способность к творчеству. Источник духовного роста русский писатель видел в работе каждого над собой, в самосовершенствовании. Он считал, что критерием духовной жизни является совесть. Л.Н. Толстой в своем учении о развитии человека определяет духовность как специфический атрибут личности, конструирующий человека, вносящий смысл в его многомерное пространство бытия, как онтоосознание (сверхсознание, нравственное сознание), объясняющее способность человека к творчеству, созиданию.

Русский философ Н.А. Бердяев понятие духовности определяет как «человеческое в человеке», подчеркивая, что человеческое должно господствовать над природным. Духовность трактуется им как специфическое человеческое качество, характеризующее мотивацию поведения личности, а также потребность в познании мира, самопознании, поиске смысла жизни и своего предназначения.

В современной философии духовность рассматривается как особая способность людей сознательным образом относиться к общественному историческому процессу жизни и участвовать в его творческом преобразовании и развитии. Понятие «духовность» чисто нравственное, которое побуждает к познанию действительности, творчеству, нравственному совершенствованию. Духовность – своеобразное состояние социальной активности человека, побуждающее его к поиску соответствующих форм общественной самореализации.

Цель статьи – изучение сформированности ценностного отношения школьников к христианским духовным традициям белорусского народа в контексте сотрудничества государства и религиозных организаций в сфере образования; анализ организационных форм и методов их совместной работы.

Материал и методы. С целью исследования сформированности ценностных отношений к христианским духовным традициям нами было проведено сопоставительное изучение учащихся шестых классов средних школ № 5 и № 10 г. Витебска. Школьникам было предложено оценить по 10-балльной шкале различные положения, характеризующих отношение к семье, другому человеку, к себе, Церкви. В исследовании приняли участие 54 человека. Необходимо отметить, что большинство учащихся шестых классов средней школы № 10

посещали факультативные занятия «Основы православной культуры», а также занятия по интересам «Дружина православных следопытов». У учащихся средней школы № 5 подобной возможности не было.

При этом использовались следующие методы: анкетирование, анализ, сравнение, обобщение, беседа, тематические методы.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования показали, что учащиеся средней школы № 10 приоритетом в семейных отношениях считают любовь к близким – 9,33 балла (средней школы № 5 – 8,96 балла), заботу о родителях – 9,56 балла (средней школы № 5 – 9,13 балла); жизнь без брака с любимым человеком они оценили только на 2,89 балла (средней школы № 5 – 5,46 балла).

Отвечая на вопросы отношения к Церкви, учащиеся средней школы № 10 уделили особое внимание служению Богу и Церкви – 7,33 балла (средней школы № 5 – 3,21 балла), посещению богослужений – 7,12 балла (средней школы № 5 – 3,96 балла), размышлениям о смысле жизни – 9,02 балла (средней школы № 5 – 7,25 балла).

Учащиеся средней школы № 10 готовы жертвовать своими интересами ради других – 7,06 балла (средней школы № 5 – 6,54 балла); вместе с тем к признанию своих достоинств другими людьми относятся более скромно – 6,03 балла (средней школы № 5 – 8,25 балла), возможность постоянно развлекаться оценивают в 4,28 балла (средней школы № 5 – 7,33 балла); материальный достаток также не является для них ведущим мотивом их будущей работы – 7,67 балла (средней школы № 5 – 9,25 балла).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о большем устремлении школьников, посещающих факультативные занятия духовно-нравственной направленности, на ответственное создание семьи, помощь тем, кто находится в трудной жизненной ситуации. Они значительное внимание уделяют вопросам спасения души и посещения богослужений, а также в большей степени готовы поступаться своими интересами ради других. Все эти положения во многом несут на себе отпечаток именно христианского отношения к действительности.

Школьники, которые данные факультативные занятия не посещали, также по многим позициям выразили традиционное для нашей культурной традиции отношение. Однако для них более важна внешняя и материальная сторона жизни: уважение, признание других, материальный достаток, возможность разнообразных развлечений. Также они демонстрируют значительную открытость на свободное сожительство людей (жизнь без брака), против чего активно выступает христианская Церковь.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что факультативные занятия духовно-нравственной направленности во многом способствуют формированию ценностного отношения к христианским духовным традициям белорусского народа, что, в свою очередь, помогает преодолению некоторых негативных тенденций развития современного общества.

Для успешного решения задач духовно-нравственного воспитания нам было важно узнать, как к этому относятся учителя. С целью выявления отношения школьных педагогов к духовно-нравственному воспитанию в контексте сотрудничества государства и Белорусской Православной Церкви нами были опрошены 112 учителей, работающих в учреждениях общего среднего образования г. Витебска, включая и тех, которые реализовывают программу «Духовно-нравственное воспитание школьников на православных традициях белорусского народа».

На вопрос «Нужны ли в школе факультативные занятия по духовно-нравственному образованию?» положительно ответили чуть менее половины опрошенных (49,2%); 32,7% учителей затруднились с ответом и только 18,1% выразили категорическое несогласие.

Несмотря на положительный опыт работы некоторых школ по внедрению программы духовно-нравственного воспитания школьников, отношение учителей к организации образовательного процесса с акцентом на духовное развитие обучающихся остается противоречивым.

Так, на вопрос о том, кого следует набирать в классы духовно-нравственного воспитания, 9,8% учителей ответили, что всех; 83,6% – всех, кто желает; 4,1% – только верующих; 2,5% – только православных.

Учителя едины в том, что осуществлять набор учащихся следует добровольно, согласно письменным заявлениям родителей, как это рекомендует Министерство образования Республики Беларусь. Вместе с тем многие педагоги отделяют духовно-нравственное воспитание от исключительно религиозного воспитания, которое может даваться семьей и религиозными организациями. С тем, что духовно-нравственное воспитание по сути является религиозным, согласны только 9,3% респондентов.

Определенные сомнения у учителей вызывает вопрос о том, когда следует начинать духовно-нравственное воспитание. Большинство педагогов (82,8%) считают, что делать это нужно начиная с начальной школы, однако 14,8% уверены в том, что необходимость в специальных занятиях возникает при обучении среднего школьного звена. Здесь важно понимание цели подобных занятий. Если необходимо просто приобщить подрастающее поколение к определенным ценностям (христианским, православным или др.), то можно это делать и с 6–7 лет,

но если главной задачей становится защита молодежи от деструктивных влияний, то, несомненно, такие занятия следует начинать по окончании начальной школы.

Наиболее приемлемой формой осуществления духовно-нравственного воспитания учителя назвали внешкольное мероприятие (56,6%): экскурсии с посещением храмов и монастырей, встречи и беседы с представителями различных конфессий, посещение музеев и выставок. О том, что это должны быть факультативные занятия, ответили 36,1% педагогов, 33,6% выбрали урок, 26,2% – обучение по интересам. Таким образом, более половины учителей считают необходимыми специальные занятия по духовно-нравственному развитию и выносят их за пределы школьных стен.

Следует согласиться с педагогами, что в условиях белорусского общества форма внешкольного мероприятия является наиболее подходящей. Она обеспечивает добровольность и не навязывает определенных моделей, приобщая в то же время школьников к традиционной культуре.

При ответе на вопрос, кто должен проводить занятия по духовно-нравственному образованию, также возникли разногласия. 68,8% опрошенных отдают прерогативу приглашенному священнослужителю, 38,5% – классному руководителю, 35,2% – учителю-предметнику, который имеет соответствующее образование. Следовательно, значительная часть педагогов отказывается брать на себя ответственность в данной сфере. Во многом это связано с загруженностью школьного педагога и отсутствием у него соответствующих знаний. Однако следует заметить, что государством предприняты шаги по решению данной проблемы. Подготовку специалистов-теологов осуществляют ГУО «Институт теологии им. св. Мефодия и Кирилла БГУ», а также УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Заключение. Реалии современного мира свидетельствуют об определенном кризисе духовности в обществе. Его преодоление видится возможным путем обращения к национальным историко-культурным и религиозным традициям, которые несут большой ценностный, нравственный и духовный потенциал. Однако практика доказывает: их использование в процессе школьного образования проходит не на должном уровне, а потому возникает необходимость введения специальных курсов по выбору, факультативных занятий с привлечением служителей Церкви. Опыт многих стран говорит о том, что организация подобных занятий позитивно сказывается на результатах гражданского, гендерного и нравственного воспитания.

Данное исследование показывает, что в целом школа готова принять помощь религиозных объединений в осуществлении духовно-нравственного образования. О возможности такого сотрудничества свидетельствуют более половины опрошенных. Однако возникает проблема с формами подобного сотрудничества. Большинство педагогов оптимальным решением видят внешкольное мероприятие, которое ограничивает образовательные устремления Церкви в рамках общеобразовательной школы, с одной стороны, но одновременно предоставляет ей возможность репрезентации как неотъемлемой части белорусской культуры, с другой стороны. До конца не решенным остается вопрос о подготовке компетентных кадров для реализации поставленных задач в рамках педагогического процесса в школе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеньковский, В.Л. История русской философии / В.Л. Зеньковский. – М., 2001. – 894 с.
2. Ильин, И.А. Путь к ученику / И.А. Ильин. – М., 1989. – 220 с.
3. Уледов, А.К. Духовное обновление общества / А.К. Уледов. – М., 2001. – 334 с.

REFERENCES

1. Zenkovsky V.L. *Istoriya russkoi filosofii* [History of the Russian Philosophy], M., 2001, 894 p.
2. Ilyin I.A. *Put k ucheniku* [The Way to the Pupil], M., 1989, 220 p.
3. Uledov A.K. *Dukhovnoye obnoveniye obshchestva* [Spiritual Updating of Society], M., 2001, 334 p.

Поступила в редакцию 27.02.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: kpedagog@vsu.by – Макрицкий М.В.

Стилизация как средство формообразования при переходе от натурного изображения к декоративному

Е.О. Соколова

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

Изучение закономерностей формообразования и грамотная передача особенностей формы изображаемого объекта в рисунках – главные задачи в процессе рисования с натуры и декоративного рисования. Поэтому формирование у учащихся умений и навыков работы с формой является первоочередной задачей уроков изобразительного искусства.

Цель работы – экспериментальная проверка способов формирования знаний, умений и навыков учащихся в области формообразования объектов окружающей действительности при переходе от натурного изображения к декоративному.

Материал и методы. Исследование проводилось на базе ГУО «Гимназия № 4 г. Витебска». В эксперименте принимали участие учащиеся 5–9-х классов. Нами использовались методы теоретического и эмпирического исследования.

Результаты и их обсуждение. Результаты эксперимента свидетельствуют об эффективности разработанного методического комплекса (беседы, задания и упражнения), а анализ проведенной работы подтверждает наличие у учащихся следующих знаний, умений и навыков:

- знания о сходстве и различии форм объектов окружающей действительности;
- умения видеть и передавать разнообразие форм объектов действительности в процессе натурного и декоративного рисования;
- умение видеть и определять «большую» форму изображаемого объекта действительности на первоначальном этапе изображения как при создании натуральных зарисовок, так и при выполнении стилизации;
- умения сравнивать и находить сходство формы изображаемого объекта с формами простейших геометрических тел, лежащих в основе строения;
- умения и навыки трансформировать характерные и выразительные особенности формы изображаемого объекта при переходе от натурного изображения к созданию декоративного образа.

Заключение. Разработанные задания и упражнения повлияли на выработку у учащихся ценных умений наблюдать, накапливать и обогащать тем самым образные представления об объектах и их формах.

Ключевые слова: формообразование, натурное рисование, декоративное рисование, обобщение, стилизация, геометрическая основа, сравнительный анализ.

Stylization as a Means of Form Building in the Transition from Actual Image (Life) Drawing to Decorative One

E.O. Sokolova

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

Studying the form building laws as well as proper conveying the form features of the object being depicted in drawing are major problems of drawing from life and decorative drawing. Thus, shaping students' skills of work with form is the priority task at Fine Arts lessons.

The purpose of the paper is experimental testing of the means of shaping students' skill in the field of form building of objects of the surrounding reality in transition from life image to decorative one.

Material and methods. The study was conducted at Gymnasium № 4 of the City of Vitebsk. Fifth-ninth year pupils participated in the experiment. Methods of theoretical and empiric analysis were used.

Findings and their discussion. The experiment findings testify to the efficiency of the developed methodological complex (talks, tasks, exercises), while the analysis of the work confirms the presence of the following students' knowledge, skills and abilities:

- knowledge of likeness and difference of forms of the surrounding reality objects;
- ability to see and convey the variety of the reality objects in the process of life and decorative drawing;

- *ability to see and identify «a big» form of the depicted reality object at the initial stage of drawing both doing life sketches and stylization;*
- *ability to compare and find likeness of the depicted image form with forms of simplest geometric objects which lie in the base of the structure;*
- *ability to transform typical and expressive features of the depicted object form in transition from life painting to the decorative image.*

Conclusion. *The designed tasks and exercises influenced shaping students' valuable abilities to observe, thus accumulating and enriching image ideas of objects and their forms.*

Key words: *form building, drawing from life, decorative drawing, generalization, stylization, geometric base, comparative analysis.*

Основным художественным методом изучения формообразования объектов действительности в процессе рисования с натуры, а также умелым использованием выразительных средств декоративного изображения является метод стилизации, который заключается в максимально или минимально возможном или необходимом художественном обобщении формы объектов действительности в процессе их творческой переработки и видоизменении. Использование метода стилизации заключается в создании нового художественного образа, основная характеристика которого – это наибольшая выразительность и декоративность формы реального объекта окружающего мира. Поэтому применение метода обобщения является необходимым условием для создания грамотного изображения как в натурном, так и в декоративном рисовании.

Метод обобщения помогает лучше видеть форму изображаемого предмета и понимать ее, а также является одним из эффективных методов отбора основного и характерного в изображаемом объекте или явлении для создания выразительного художественного образа в процессе натурального и декоративного рисования. Отбор характерного среди множества деталей – важнейшая сторона процесса восприятия при выполнении изображения. Явления и предметы многогранны, и поэтому художник передает в своем изображении только некоторые из этих граней, то есть те, которые, по его мнению, лучше всего характеризуют изображаемое. Выполняя работу над деталями, необходимо помнить, что очень важным моментом в этой работе является уже процесс самого выбора конкретных деталей для конкретного изображения, что выполняется при помощи мыслительных операций, основные из которых – *анализ и синтез*. Анализируя и синтезируя форму изображаемого объекта, «мысль идет» от более или менее расплывчатого представления о предмете к понятию, в котором анализом определяются основные стороны, признаки, свойства изображаемого объекта и синтезом устанавливаются существенные связи объекта.

Итого применения результатов аналитико-синтетического подхода – изображение на плоскости в процессе рисования с натуры, так как именно натурное рисование развивает «умение наблюдать, расчленять на части, соизмерять отдельные из этих частей, видеть мельчайшие детали и предмет в целом» [1]. В процессе натурального рисования приходится анализировать объект, его конструкцию, форму, пространственное положение, освещение и многое другое. Такой подход позволяет выделить наиболее важные элементы, составляющие основу изображаемого объекта или явления для создания выразительного художественного и декоративного образа.

Аналитико-синтетический подход в натурном рисовании лежит в основе метода обобщения, который помогает увидеть в изображаемом предмете его основу – «большую» форму. Такая форма появляется тогда, когда «в результате отдаления от природного разнообразия возникает тенденция к *простой структуре*. Эта удаленность выражается в ограничении изображения несколькими характерными чертами реальной действительности» [2]. А как мы уже знаем, в основе любой созданной природой или руками человека формы находится простая составляющая, то есть элементарные геометрические тела и комбинации таких тел. Например, основная форма древесного ствола – цилиндр; форма яблока или апельсина – шар; форма кувшина основана на соединении форм шара, цилиндра, конуса.

Конструкция даже самых сложных предметов может быть представлена в виде совокупности простейших геометрических тел. Фигуры животных, человека, сложные формы растений, которые при первичном восприятии представляются неопределенными, также можно разбить на простые формы. Такой аналитический разбор формы предмета на простые составляющие позволяет не только понять и правильно изобразить данный объект действительности в процессе натурального рисования, но и создать в дальнейшем выразительный декоративный образ путем сознательного отбора главного и характерного в объекте.

Из всего вышесказанного необходимо отметить, что *обобщение и упрощение* формы изображаемых объектов и явлений помогают в создании выразительных художественных образов при выполнении художественного изображения. Обобщение сложной формы объектов окружающей действительности до простых форм является также одним из главных формообразующих принципов при выполнении стилизации в процессе декоративного рисования.

Стилизация как метод художественного формообразования в декоративном рисовании включает в себя принцип художественной «переработки» натуральных объектов с помощью обобщения и упрощения их формы

(укрупнения или уменьшения частей, изменения количества характерных деталей в большую или меньшую сторону и т.д.). При этом «из нескольких характерных признаков стилизуемого объекта выбирается какой-то один и делается доминирующим, а другие – смягчаются, обобщаются или даже полностью отбрасываются» [3].

При таких художественных преобразованиях природные формы, схожие со знакомыми геометрическими фигурами, превращаются в геометрические измененные формы: вытянутые формы еще больше «вытягиваются», округленные округляются или, наоборот, сжимаются. При этом происходит «сознательное искажение и деформация размеров и пропорций изображаемых реалистических объектов, целями которой являются увеличение декоративности, усиление выразительности образа» [3], что необходимо для лучшего выражения глубинной сущности объекта.

Таким образом, с формой объекта при переходе от натурального изображения к декоративному происходят определенные изменения – усиление и подчеркивание наиболее характерного, индивидуального и типичного в форме натурального объекта для создания наиболее выразительного стилизованного силуэта. А в зависимости от выбранного метода обобщения стилизация может идти или по пути предельного упрощения и доведения до геометрических символов, или, наоборот, может рождаться на плавной, «тягучей» пластике силуэта предмета, что обуславливает использование геометрического и пластического способов формообразования.

Цель работы – экспериментальная проверка способов формирования знаний, умений и навыков учащихся в области формообразования объектов окружающей действительности при переходе от натурального изображения к декоративному.

Материал и методы. Данное исследование проводилось на базе ГУО «Гимназия № 4 г. Витебска». В эксперименте принимали участие учащиеся 5–9-х классов.

Применялись следующие методы: разработка методического арсенала (беседы, упражнения и задания) по формированию знаний, умений и навыков учащихся о формообразовании объектов окружающей действительности; проведение экспериментального исследования, которое включало теоретическую подготовку учащихся и выполнение практических заданий учащимися 5–9-х классов; обработка результатов.

Для получения объективных результатов исследования рассматриваемой нами проблемы мы использовали метод анализа учебных программ по специальным учебным предметам «Рисунок», «Живопись», «Композиция», «Лепка», «Художественный труд» для школ с углубленным изучением предметов художественно-эстетического цикла в Республике Беларусь, наблюдения за ходом учебного процесса, беседы с учителями и учащимися.

Результаты и их обсуждение. В целях формирования знаний, умений и навыков учащихся в области формообразования объектов окружающей действительности нами были разработаны беседы, упражнения и задания. Предлагаемый методический арсенал был направлен на выполнение следующих задач:

- овладение учащимися теоретическими знаниями в области изобразительной грамоты и декоративного рисования, умение использовать эти знания в практических заданиях в процессе натурального и декоративного рисования;
- развитие способностей учащихся видеть и передавать в своих натуральных рисунках наиболее характерные и типичные особенности формы изображаемого объекта;
- формирование умений учащихся грамотно выполнять переход от натурального рисунка к выполнению стилизованного изображения, передавая наиболее типичные и выразительные особенности формы изображаемого объекта;
- развитие способностей учащихся использовать различные способы формообразования при выполнении стилизации объектов окружающей действительности.

Для грамотной передачи формы объектов действительности при выполнении рисунка с натуры, а также умелой трансформации заданной формы в процессе выполнения стилизации при декоративном рисовании требуется определенная теоретическая подготовка учащихся. Для этого с учащимися были проведены беседы на следующие темы: «Форма, способы ее обобщения и построения», «Геометрическое тело как основа формы любого объекта действительности», «Правила проведения сравнительного анализа формы изображаемого объекта», «Способы и приемы формообразования при выполнении стилизации».

Для большей эффективности каждая беседа сопровождалась иллюстративным материалом (наглядностью), который раскрывает наиболее значимые вопросы, такие как обобщение, стилизация, формообразование и др.

При проведении беседы учащиеся должны были освоить следующие *теоретические знания*:

- знание о форме, способах ее обобщения и построения на основе строения геометрических тел (шар, куб, конус, цилиндр и т.д.);
- знание основных пространственных характеристик формы (большая, малая, высокая, низкая, вытянутая, широкая и т.д.);
- знание о способах художественного обобщения формы (геометрический и пластический способы формообразования) при переходе от реалистического изображения к созданию декоративного образа.

Наряду с теоретическими знаниями в области изобразительной грамоты и декоративного рисования перед выполнением практических заданий выделялось время на изучение и повторение методической последовательности ведения работы. С помощью наглядных пособий и устного напоминания мы демонстрировали этапы выполнения каждого вида работы (рисунок с натуры, стилизованное изображение).

При выполнении практических заданий и упражнений учащимися в процессе натурального и декоративного рисования выполнялись линейно-конструктивные зарисовки различных по форме объектов действительности: цветы, деревья, натюрморт, животный мир (рыбы, птицы, животные), пейзаж, архитектура, человек.

В процессе натурального рисования учащиеся анализировали форму объекта изображения с точки зрения его геометрической основы и пространственных характеристик. С целью глубокого понимания характерных особенностей строения формы, способствующего расширению знаний об изображаемом объекте, мы использовали метод целевой установки на запоминание существенных и характерных особенностей натурального объекта для дальнейшего выполнения стилизации. Такой подход позволяет выделить наиболее характерные и выразительные признаки изображаемого объекта или явления, составляющие основу любого художественного или декоративного образа. При выполнении стилизации основное внимание учащихся было направлено на использование различных способов формообразования. Главная особенность заданий заключалась в том, что выполнение любого задания как при натурном, так и при декоративном рисовании начиналось с выявления обобщенной характеристики формы изображаемого объекта, то есть с его «большой» формы.

В процессе выполнения разработанных заданий и упражнений учащиеся должны были освоить следующие *практические умения и навыки*:

- умение видеть и передавать «большую» форму изображаемого объекта путем сближения ее с геометрическими телами (шаровидная, конусовидная, цилиндрическая и т.д.);
- умение определять и отображать выразительные особенности формы, учитывая ее различные характеристики (округлая, вытянутая, широкая и т.д.);
- умения и навыки использовать различные способы художественного обобщения для передачи наиболее выразительных признаков формы объекта (округленность, вытянутость, продолговатость и т.д.) при выполнении стилизации.

Весь теоретический и практический материал разработанных заданий опирался на следующие методы обучения: наблюдение, обобщение, анализ и синтез, сравнение и метод целевой установки. Данные методы были направлены на повышение уровня восприятия и познания формы объектов действительности с целью их дальнейшего использования при выполнении стилизации. Для совершенствования знаний, умений и навыков о формообразовании в процессе натурального и декоративного рисования нами была определена определенная последовательность выполнения практических заданий и упражнений, которая заключалась в следующем:

- анализ «большой» формы объектов действительности;
- геометрическая составляющая как основа обобщения формы объектов окружающей действительности;
- анализ особенностей формы объектов действительности;
- геометрический и пластический способы формообразования при выполнении стилизации.

В процессе проведения эксперимента нами были отобраны задания и упражнения, которые показали свою эффективность в формировании знаний, умений и навыков учащихся в области формообразования объектов действительности в процессе перехода от натурального изображения к декоративному. Особыми явились следующие задания:

- упражнения, направленные на выявление обобщенной характеристики формы изображаемого объекта с помощью силуэтного (пятнового и линейного) решения образа при выполнении натуральных зарисовок. Данные упражнения мы использовали для формирования умений и навыков учащихся свободно определять и изображать характерные особенности формы изображаемого объекта как при выполнении натурального изображения, так и при дальнейшем выполнении стилизации заданного объекта действительности;
- упражнения на определение геометрической составляющей формы изображаемого объекта действительности. В процессе выполнения рисунков с натуры учащиеся проводили анализ формы и сопоставляли изображаемые объекты с геометрическими телами, составляющими их конструктивную основу (шаровидная, конусообразная, цилиндрическая). В ходе выполнения этих упражнений мы давали учащимся установку на внимательный анализ характерных особенностей формы изображаемого объекта для последующего выполнения стилизации;
- упражнения на формирование умений сравнивать различные объекты между собой, находить сходство и различие в формах разных объектов окружающей действительности. При выполнении данного задания использовался метод углубленного анализа и синтеза объекта изображения, а также метод сравнения частей и целого в изображаемом объекте. Данные упражнения были направлены на формирование умений и навыков учащихся свободно определять наиболее выразительные особенности формы изображаемого объекта (харак-

терные пластичные линии и изгибы формы, типичные очертания и размеры) и использовать их при дальнейшем выполнении стилизации конкретного объекта действительности;

- упражнения, направленные на передачу характерных особенностей натуры через различные способы формообразования. При выполнении данного упражнения учащимся была дана установка на использование природной формы изображаемого объекта при выполнении стилизации геометрическим и пластическим способами формообразования.

В процессе выполнения упражнений перед учащимися ставились задачи целенаправленного наблюдения и изучения формы различных объектов действительности, определения взаимосвязи отдельных частей изображаемой формы с «большой» формой. Мы давали установку на передачу характерных и выразительных особенностей строения формы, необходимых при выполнении стилизации.

После выполнения данных упражнений большинство учащихся стали лучше анализировать форму, острее выявлять характерные и типичные признаки предмета и находить убедительное пластическое решение изображаемого объекта в процессе натурального и декоративного рисования.

Анализ работ учащихся показал следующие результаты:

- большинство учащихся ЭГ (79%) в своих работах с натуры продемонстрировали умение видеть и правильно передавать в рисунке основную «большую» форму изображаемого объекта, соотношение высоты и ширины, расположение и относительные размеры их основных частей, определяющих характерные особенности строения формы;
- в натуральных рисунках большинства учащихся (71%) проведен грамотный анализ формы изображаемого объекта действительности путем сравнения ее с простейшими геометрическими телами;
- 75% учащихся при выполнении стилизации использовали характерные особенности формы изображаемого объекта, выявленные в процессе натурального изображения;
- основная масса учащихся (73%) при выполнении стилизации показали умения применять различные способы формообразования (геометрический и пластический) при передаче характерных особенностей формы изображаемого объекта.

Таким образом, для совершенствования знаний, умений и навыков учащихся о формообразовании при переходе от натурального изображения к декоративному наиболее результативными явились следующие условия:

- обобщение формы объектов действительности на начальном этапе выполнения рисунка с помощью силуэтного изображения (пятновое и линейное решение);
- обобщение формы объектов изображения на начальном этапе выполнения изображения и выявление его геометрической составляющей;
- сравнительный анализ различных по форме и размеру объектов окружающей действительности;
- использование различных способов формообразования (геометрического и пластического) при выполнении стилизации.

Заключение. После выполнения разработанного комплекса задания и упражнений учащиеся стали более осознанно подходить к передаче характера изображаемых объектов действительности через сравнительный анализ их форм и размеров, что повлияло на выработку у учащихся ценных умений наблюдать, накапливая и обогащая тем самым образные представления об объектах действительности и их формах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатьев, Е.И. Психология изобразительной деятельности детей / Е.И. Игнатьев. – М.: Учпедгиз, 1961. – 223 с.
2. Арнхейм, Р. Новые очерки по психологии искусств / Р. Арнхейм. – М.: Прометей, 1994. – 352 с.
3. Дагдидян, К.Т. Декоративная композиция / К.Т. Дагдидян. – Ростов н/Д: Феникс, 2011. – 312 с.

REFERENCES

1. Ignatyev E.I. *Psikhologiya izobrazitel'noi deyatel'nosti detei* [Psychology of Children's Fine Arts Activities], M., Uchpedgiz, 1961, 223 p.
2. Arnheim R. *Novyye ocherki po psikhologii iskusstv* [New Stories on the Psychology of Arts], M., Prometei, 1994, 352 p.
3. Daglidyan K.T. *Dekorativnaya kompozitsiya* [Decorative Composition], Rostov n/D, Feniks, 2011, 312 p.

Поступила в редакцию 05.04.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: elena@mail.ru – Соколова Е.О.

Повышение функционального состояния организма будущих учителей начальных классов при занятиях лыжной подготовкой

Ю.В. Сак

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Необходимым условием проведения учебных занятий по лыжной подготовке является наличие постоянной информации об изменении функционального состояния организма занимающихся и, в частности, их сердечно-сосудистой системы, внешнего дыхания, центральной нервной системы. Это те системы, от состояния которых зависит эффективность профессиональной деятельности в области физического воспитания.

Цель статьи – разработка методики повышения функционального состояния организма будущих учителей начальных классов при занятиях лыжной подготовкой.

Материал и методы. Оценка эффективности экспериментальной методики организации образовательного процесса по лыжной подготовке (ЛП) с будущими учителями начальных классов осуществлена в ходе реализации формирующего педагогического эксперимента, который проходил во втором и третьем семестрах на базе учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» с участием студентов первого и второго курсов педагогического факультета, будущих учителей начальных классов, составивших экспериментальную (ЭГ, $n = 43$) и контрольную (КГ, $n = 37$) группы. Функциональное состояние контролировалось методом контрольно-педагогического тестирования.

Результаты и их обсуждение. Применение экспериментальной методики, составными элементами которой выступают имитационные упражнения для формирования техники лыжных ходов и подготовительные упражнения для развития двигательных способностей, существенно повышает у будущих педагогов показатели функционального состояния: время задержки дыхания на выдохе; время выполнения проб Ромберга, Яроцкого, с высоким стоянием на пальцах без зрительного контроля.

Заключение. Разработанная методика повышения функционального состояния организма будущих учителей начальных классов при занятиях лыжной подготовкой показала, что она обеспечивает функциональную подготовленность их организма к педагогической деятельности.

Ключевые слова: физическое воспитание, будущие учителя, начальные классы, лыжная подготовка, функциональное состояние.

Would-be Elementary School Teachers Functional State of Body Improvement at Ski Training Classes

Y.V. Sak

Educational Establishment «Yanka Kupala Grodno State University»

One of the necessary conditions of holding ski training classes is having the updated information regarding any changes in functional state of body of the trainees, their cardiovascular system, external respiration, central nervous system in particular. These are the systems which influence the effectiveness of the professional activity in the physical training area.

The purpose of the research is new methods development for would-be elementary school teachers functional state of body improvement at ski training classes.

Material and methods. Assessment of the efficiency of the experimental method of setting up the ski training educational process with would-be elementary school teachers was conducted during the implementation of the forming pedagogical experiment which took place during the second and third semesters on the base of Grodno State Yanka Kupala University with the participation of first and second year Pedagogical Faculty girl students, would-be elementary school teachers, who made up an experimental (EG $n = 43$) and the control (CG $n = 37$) groups. The functional state was controlled by using pedagogical control testing method.

Findings and their discussion. The use of the experimental method, the constituent elements of which are the simulations for the formation of the art of ski courses and preparatory exercises for the development of motor skills, promotes a significant increase of would-be teachers' functional status: the delay of breath as you exhale; runtime samples Romberg, Yarotsky, high standing on your toes without visual control.

Conclusion. The developed methods of would-be elementary school teachers' functional state of body improvement at ski training classes showed that they provided functional readiness of their bodies to educational work.

Key words: physical training, would-be teachers, elementary school, teaching skiing, functional state.

Несмотря на то, что значительная часть Республики Беларусь в зимний период времени года имеет непродолжительный снежный покров, лыжный спорт остается популярным среди детского и взрослого населения, а лыжная подготовка включена в содержание образовательных программ, начиная с дошкольных учреждений. Лыжный спорт признается одним из эффективнейших видов, поскольку предъявляет высокие требования к техническому и физическому компонентам подготовленности занимающихся, к системам организма, отвечающим за адаптацию к низким температурным режимам.

В образовательном стандарте Республики Беларусь по специальности 1-01 02 01 «Начальное образование» указывается на то, что целью подготовки будущих учителей начальных классов является формирование и развитие у них социально-профессиональной, практико-ориентированной компетентности, позволяющей сочетать академические, социально-личностные, профессиональные компетенции для решения задач в профессиональной и социальной деятельности [1, с. 5]. Эффективность проведения ими уроков физической культуры и здоровья в начальных классах во многом зависит от качества их подготовленности, уровня владения знаниями по методике обучения учащихся видам физических упражнений, входящих в содержание учебной программы «Физическая культура и здоровье» [2]. Поэтому образовательный процесс профессиональной подготовки студента к самостоятельной педагогической деятельности должен состоять из формирования у него специальных знаний, умений и навыков методики преподавания основ видов спорта, включенных в содержание школьной программы, в т.ч. и ЛП. В то же время эффективность физического воспитания в значительной мере обусловлена возможностью определять и корректировать средства и методы педагогического воздействия на занимающихся на основании объективной информации о состоянии их физического здоровья, реакции функциональных систем организма на физическую нагрузку [3, с. 259].

В возрасте 17–18 лет завершается процесс полового созревания и психофизиологической основы развития организма девушек, функциональное состояние (ФС) высшего отдела нервной системы достигает такого же развития, как и у взрослых людей. Заметно повышается уровень аналитико-синтетической деятельности коры больших полушарий, усиливается функция обобщения и абстрактного мышления, происходит совершенствование аппарата внешнего дыхания. Однако в данном возрасте еще нет полного соответствия между развитием сердца и сосудов, с одной стороны, и массой тела, с другой стороны. Вследствие этого функциональные возможности организма значительно ниже, чем у взрослых. Сердце к 18 годам приближается по своим размерам к сердцу взрослого человека, но значительно опасность его «повреждения». Высокие нагрузки при работе на выносливость, несоизмерная дозировка ослабляют сердце и кровообращение, тормозят развитие работоспособности [4, с. 190–194].

Исследователи указывают на то, что необходимым условием проведения учебных занятий по физической культуре, в т.ч. и по ЛП, является наличие постоянной информации об изменении ФС организма занимающихся и, в частности, их сердечно-сосудистой системы, внешнего дыхания, центральной нервной системы [4, с. 126–136]. Это те системы, от состояния которых зависит эффективность профессиональной деятельности в области физического воспитания. Следует особо подчеркнуть специфическую особенность состава будущих учителей начальных классов, состоящую в том, что они, как правило, на 100% представлены лицами женского пола, к тому же с низким уровнем ФС, что требует нетрадиционных подходов к подбору средств физического воспитания для решения образовательных задач по ЛП. В этой связи исследование проблем повышения ФС организма будущих учителей начальных классов на основе занятий ЛП является своевременным и актуальным.

Цель статьи – разработка методики повышения функционального состояния организма будущих учителей начальных классов при занятиях ЛП.

Материал и методы. Оценка эффективности экспериментальной методики организации образовательного процесса по ЛП с будущими учителями начальных классов осуществлена в ходе реализации формирующего педагогического эксперимента, который проходил во втором и третьем семестрах на базе учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» с участием студентов первого и второго курсов педагогического факультета, будущих учителей начальных классов, составивших экспериментальную (ЭГ, $n = 43$) и контрольную (КГ, $n = 37$) группы. Предполагалось, что экспериментальная методика проведения занятий по ЛП окажет положительное влияние на динамику ФС будущих учителей ЭГ. Основными методами исследования явились педагогические (анализ научно-методической литературы, контрольно-педагогическое тестирование, формирующий педагогический эксперимент) и математико-статистические (статистическое описание).

Результаты и их обсуждение. Была разработана экспериментальная методика организации образовательного процесса по ЛП с будущими учителями начальных классов. Методика, представляющая собой проект последовательно осуществляемой педагогической деятельности, направленной на достижение прогнозируемых результатов образовательного процесса, состояла из следующих взаимосвязанных этапов: *диагностического, предварительной ЛП, практико-деятельностного, контрольно-рефлексивного, ориентированных на формирование структурных компонентов готовности будущих учителей к проведению уроков по ЛП* [5; 6].

На *диагностическом этапе* фиксировался исходный уровень ФС у будущих учителей ЭГ и КГ к проведению уроков по ЛП.

Этап предварительной ЛП (общий для исследуемых групп) позволил осуществить начальное обучение технике передвижения на лыжах и тем самым сформировать общее представление об основах техники. На усвоение учебного материала отводилось по 6 учебных часов практических занятий во втором семестре. При проведении занятий применялась единая методика начального обучения технике передвижения на лыжах – «школа лыжника» [7].

Основным этапом разработанной методики является *практико-деятельностный*, направленный на практическую подготовку будущих учителей к проведению уроков по ЛП. На усвоение учебного материала в ЭГ отводилось 32 часа практических занятий (по четыре часа в неделю) со второго по третий семестры (16 часов во втором и 16 часов в третьем семестре).

В рамках формирующего педагогического эксперимента каждое практическое занятие с будущими учителями начальных классов в ЭГ состояло из двух дидактически взаимосвязанных частей: в первой части (*без лыж*) решались задачи по формированию двигательных умений и навыков за счет выполнения подводящих (имитационных) и подготовительных упражнений, но связанных с основными задачами занятия по обучению технике лыжника, по развитию ведущих для лыжной подготовленности двигательных способностей. Вторая часть занятия проводилась *на лыжах* и была посвящена непосредственно решению образовательных задач, адекватных по содержанию двигательным задачам первой части занятия.

В первой части занятий для повышения ФС организма будущих учителей осуществлялось развитие двигательных способностей путем применения специальных подготовительных физических упражнений (*по 10 мин на 16 занятий – 160 мин*) как важнейших компонентов для овладения техникой передвижения лыжника на основе разработанных комплексов физических упражнений с направленностью на развитие статического и динамического равновесия. Во второй части занятий развитие двигательных способностей занимающихся ЭГ проводилось по общепринятой методике [7].

У будущих учителей КГ двигательные навыки формировались непосредственно на практических занятиях по ЛП, проводимых только *на лыжах* в объеме учебных часов, аналогичных ЭГ (32 часа). Развитие двигательных способностей осуществлялось в основной части занятия по общепринятой методике [7].

В целом, запланированное время занятий в рамках формирующего педагогического эксперимента в ЭГ и КГ было идентичным: на общую и специальную физическую подготовку отводилось 17% времени каждого занятия. Отличие заключалось в том, что образовательный процесс в КГ осуществлялся только *на лыжах* и характеризовался технической подготовкой с использованием традиционных подводящих и подготовительных упражнений для освоения техники передвижения.

В четвертом семестре с участием будущих учителей ЭГ и КГ проведены занятия по ЛП *на лыжах* (24 учебных часа – 12 занятий).

В указанных учебных семестрах до и после их окончания в ЭГ и КГ регистрировались показатели ФС организма занимающихся: индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ); время выполнения проб Штанге, Генчи, Ромберга, Яроцкого, с высоким стоянием на пальцах без зрительного контроля.

Ученые акцентируют внимание на том, что для получения параметров, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой системы, внешнего дыхания, центральной нервной системы, следует использовать простые, но информативные методики исследования, которые не нарушали бы привычного режима деятельности занимающихся [4, с. 126–136].

Для оценки ФС, восстановительных процессов по частоте сердечных сокращений после прекращения дозированной мышечной работы применялся Гарвардский степ-тест, выражаемый в виде индекса, что облегчает сопоставление, вычисления достоверности различий [3, с. 264–266].

При изучении и совершенствовании техники передвижения на лыжах имеется хорошая возможность использовать готовый рефлекторный механизм подчинения дыхания темпу движений [7]. Состояние дыхательной системы оказывает определенное влияние на сохранение у занимающихся равновесия во многих видах спорта, в том числе и лыжном. При форсированном дыхании колебательные движения тела увеличиваются, что приводит к большим затратам усилий для сохранения равновесия. Вместе с тем задержка дыхания не менее чем на 30 с вызывает снижение колебаний тела [8].

Для исследования функции дыхания будущих педагогов проводились пробы Штанге и Генчи, создающие представление о способности организма противостоять недостатку кислорода [9, с. 159]. Эти пробы отражают состояние не только системы дыхания, но и сердечно-сосудистой системы. К отрицательным сторонам пробы относятся субъективность и отсутствие единой методики проведения. С улучшением физической подготовленности в результате адаптации к двигательной гипоксии время задержки нарастает. Следовательно, увеличение этого показателя при повторном обследовании расценивается (с учетом других показателей) как улучшение функциональной подготовленности занимающегося. Значение проб Штанге и Генчи увеличивается, если вести наблюдения постоянно, в динамике [9, с. 160].

В практике лыжного спорта большое значение имеет способность к сохранению равновесия, т.к. передвижение на лыжах происходит в условиях пересеченной местности. Большинство специалистов по лыжному спорту считают, что неумение сохранять устойчивое равновесие при скольжении в большинстве случаев при-

водит к падению, возникновению таких грубых ошибок, как ход с двухопорным скольжением, нарушение посадки, ритма хода, согласованности движений [7; 9].

Как указывают исследователи, у студентов необходимо тренировать равновесие путем применения упражнений на его развитие, а также путем раздельного совершенствования вестибулярного и двигательного анализаторов, обеспечивающих сохранение равновесия [10, с. 51–52].

ФС вестибулярной системы – один из существенных моментов успешного осуществления спортивной деятельности. Высокая вестибулярная устойчивость является свидетельством резервных возможностей организма человека. Она позволяет успешно формировать профессионально важные двигательные навыки, способствует освоению двигательной программы при занятиях физической культурой [3, с. 88; 4, с. 72]. Систематические занятия физическими упражнениями способствуют совершенствованию координации движений, улучшению ФС вестибулярного анализатора и его устойчивости [4, с. 73; 9, с. 177]. Недооценка ФС вестибулярной сенсорной системы при овладении техникой физических упражнений приводит к нарушениям способности дифференцировать движение по временным и пространственным характеристикам. По мере повышения вестибулярной устойчивости повышается выносливость к вестибулярным нагрузкам, что является весьма важным фактором в развитии двигательной координации.

При активных занятиях физическими упражнениями совершенствуется ФС двигательного анализатора (проприоцептивного или суставно-мышечного), который сигнализирует в центральную нервную систему каждый момент движения, положения и напряжения всех составных частей организма, участвующих в движении [11, с. 507].

С учетом вышеизложенного статическая устойчивость (равновесие) оценивалась по методике Ромберга [9, с. 176].

Для оценки статической устойчивости также использовалось высокое стояние на пальцах сомкнутых ног, руки внизу и прижаты к туловищу, без зрительного контроля. Посредством секундомера учитывалась длительность сохранения равновесия тела. Физиологический стандарт для этой пробы составляет 60 с [12].

Для оценки ФС вестибулярного анализатора студентов мы применяли научно обоснованную пробу А.И. Яроцкого [3, с. 298; 4, с. 72].

Таким образом, введение в настоящее исследование рассмотренных выше функциональных проб было направлено на установление адаптационных способностей организма будущих учителей начальных классов ЭГ и КГ к предъявляемым физическим нагрузкам.

Контрольно-педагогическое тестирование проводилось в спортивном зале Гродненского государственного университета имени Янки Купалы с 10⁰⁰ до 12⁰⁰ после стандартной разминки. В первый день испытуемые выполняли Гарвардский степ-тест, пробу Штанге и пробу с высоким стоянием на пальцах, а во второй – пробы Генчи, Ромберга и Яроцкого.

Полученные количественные данные оценивались при помощи критерия значимости различий по Стьюденту, F-критерия Фишера для проверки нормальности распределения для средних выборок. Различия при использовании параметрических критериев считались статистически достоверными при уровне значимости с $p < 0,05$. Данные обрабатывались с помощью прикладной программы R version 3.0.2

Проведенный перед формирующим педагогическим экспериментом (на *диагностическом этапе*) педагогический контроль за ФС будущих учителей, включенных в состав формируемых ЭГ и КГ, не выявил достоверных различий между среднегрупповыми показателями по всем предложенным тестам ($p > 0,05$) (табл. 1), что указывает на относительную однородность групп.

Таблица 1

Сравнение показателей функционального состояния в экспериментальной и контрольной группах до исследования

Контрольные тесты	Среднегрупповой результат		t	p
	M±σ (ЭГ)	M±σ (КГ)		
ИГСТ, усл. единицы	60,7±6,0	60,6±6,8	0,1	>0,05
Проба Штанге, с	42,4±12,8	42,9±9,4	0,2	>0,05
Проба Генчи, с	25,4±5,9	25,0±4,9	0,4	>0,05
Проба с высоким стоянием на пальцах, без зрительного контроля, с	6,2±3,3	6,1±3,9	0,2	>0,05
Проба Ромберга, с	6,6±3,2	7,6±3,6	1,3	>0,05
Проба Яроцкого, с	16,5±6,1	16,0±5,6	0,4	>0,05

Методика проведения занятий по ЛП у будущих учителей начальных классов ЭГ и КГ во время исследования позитивно сказалась на результатах ФС в рамках второго, третьего и четвертого учебных семестров. Однако эти

семестровые изменения носили недостоверный характер по всем показателям ($p > 0,05$). Анализ изменений показателей ФС, полученных у будущих учителей ЭГ и КГ после завершения второго и перед началом третьего учебного семестра, а также после завершения третьего и перед началом четвертого учебного семестра, достоверных различий не установил ($p > 0,05$), несмотря на наличие их позитивного прироста по абсолютной величине. В связи с вышеизложенным мы считаем целесообразным рассмотреть среднегрупповые показатели ФС у будущих учителей начальных классов ЭГ и КГ в более широком временном аспекте: от начала исследования $M \pm \sigma$ (А) (начало второго семестра) и до его завершения $M \pm \sigma$ (Б) (окончание четвертого семестра) (табл. 2).

Таблица 2

Изменение показателей функционального состояния в экспериментальной и контрольной группах за период исследования

Контрольные тесты	Группы	Среднегрупповой результат		Разница в %	t	p
		$M \pm \sigma$ (А)	$M \pm \sigma$ (Б)			
ИГСТ, усл. единицы	ЭГ	60,7 $\pm$ 6,0	62,1 $\pm$ 6,2	2,3	1,0	>0,05
	КГ	60,6 $\pm$ 6,8	62,0 $\pm$ 7,2	2,3	0,9	>0,05
Проба Штанге, с	ЭГ	42,4 $\pm$ 12,8	46,8 $\pm$ 12,9	10,4	1,6	>0,05
	КГ	42,9 $\pm$ 9,4	46,7 $\pm$ 8,5	8,9	1,9	>0,05
Проба Генчи, с	ЭГ	25,4 $\pm$ 5,9	28,6 $\pm$ 6,0	12,6	2,5	<0,05
	КГ	25,0 $\pm$ 4,9	28,2 $\pm$ 5,0	12,8	2,8	<0,01
Проба с высоким стоянием на пальцах, без зрительного контроля, с	ЭГ	6,2 $\pm$ 3,3	8,1 $\pm$ 3,2	30,6	2,6	<0,05
	КГ	6,1 $\pm$ 3,9	7,8 $\pm$ 4,0	27,9	1,7	>0,05
Проба Ромберга, с	ЭГ	6,6 $\pm$ 3,2	8,9 $\pm$ 3,0	34,8	3,4	<0,01
	КГ	7,6 $\pm$ 3,6	9,2 $\pm$ 3,4	21,1	1,9	>0,05
Проба Яроцкого, с	ЭГ	16,5 $\pm$ 6,1	19,5 $\pm$ 5,2	18,2	2,4	<0,05
	КГ	16,0 $\pm$ 5,6	18,6 $\pm$ 5,9	16,3	1,7	>0,05

Процесс ЛП положительно сказался на развитии функции системы дыхания и сердечно-сосудистой системы у будущих учителей начальных классов. В пробе Генчи получен достоверный сдвиг по времени задержки дыхания на выдохе как в ЭГ, так и в КГ соответственно на 12,6% (с 25,4 $\pm$ 5,9 с до 28,6 $\pm$ 6,0 с, $p < 0,05$) и на 12,8% (с 25,0 $\pm$ 4,9 с до 28,2 $\pm$ 5,0 с, $p < 0,01$), что указывает на повышение способности организма будущих педагогов противостоять недостатку кислорода. Время задержки дыхания на выдохе в ЭГ и КГ осталось на уровне нормы (25–30 с).

На наш взгляд, увеличение времени задержки дыхания на выдохе произошло в связи с повышением функциональных возможностей дыхательной и сердечно-сосудистой систем под воздействием занятий по ЛП, которые сопровождалась высокими энерготратами организма занимающихся. Для восстановления энергоресурсов, расходуемых в результате деятельности скелетных мышц, организму необходим кислород, причем его потребление увеличивается пропорционально напряженной деятельности. В результате имеет место развитие дыхательной системы человека.

Экспериментальная методика оказала существенное влияние на повышение порога чувствительности вестибулярного анализатора у будущих учителей начальных классов ЭГ. Так, время выполнения пробы Яроцкого в этой группе изменилось под влиянием упражнений на статическое равновесие на 18,2% (с 16,5 $\pm$ 6,1 с до 19,5 $\pm$ 5,2 с, $p < 0,05$), а в КГ – на 16,3% (с 16,0 $\pm$ 5,6 с до 18,6 $\pm$ 5,9 с, $p > 0,05$).

Показатель статокINETической устойчивости у занимающихся исследуемых групп изменился неравнозначно. Достоверно увеличилось время высокого стояния на пальцах без зрительного контроля в ЭГ на 30,6% (с 6,2 $\pm$ 3,3 с до 8,1 $\pm$ 3,2 с, $p < 0,05$), недостоверно – в КГ: на 27,9% (с 6,1 $\pm$ 3,9 с до 7,8 $\pm$ 4,0 с, $p > 0,05$). Время выполнения пробы Ромберга достоверно увеличилось в ЭГ на 34,8% (с 6,6 $\pm$ 3,2 с до 8,9 $\pm$ 3,0 с, $p < 0,01$), недостоверно – в КГ: на 20,7% (с 7,6 $\pm$ 3,6 с до 9,2 $\pm$ 3,4 с, $p > 0,05$).

Лучшая положительная динамика порога чувствительности вестибулярного анализатора и статокINETической устойчивости студентов ЭГ, по сравнению с КГ, по нашему мнению, состояла в том, что в указанной группе в каждое экспериментальное занятие (*при работе без лыж*) включались комплексы упражнений на развитие статического и динамического равновесия.

Оценивая результат реагирования организма занимающихся в ЭГ на предложенную физическую нагрузку, мы получили результаты, характеризующие адаптационные способности вегетативных функций их организма как следствие эффективности занятий ЛП по разработанной нами методике.

В то же время установлено положительное, но не существенное, изменение величины ИГСТ у представителей ЭГ и КГ на 2,3%, имеющей, согласно действующих критериев для данного возраста и пола, уровень «ниже среднего».

По показателю ФС в пробе Штанге в рассматриваемых группах за период исследования динамика была положительной, но не существенной ($p > 0,05$).

Заключение. Экспериментальная методика, составными элементами которой выступали имитационные упражнения для формирования техники лыжных ходов и подготовительные упражнения для развития двигательных способностей, обеспечивающих рациональное овладение этой техникой, выполняемые в спортивном зале с чередованием занятий на лыжах, за период исследования положительно отразилась на существенном изменении у будущих учителей начальных классов ряда показателей ФС: времени задержки дыхания на выдохе, времени выполнения пробы Ромберга, пробы Яроцкого и пробы с высоким стоянием на пальцах без зрительного контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт по специальности 1-01 02 01 «Начальное образование»: постановление М-ва образования Респ. Беларусь, 30 авг. 2013 г., № 87. – Минск: РИВШ, 2013. – 27 с.
2. Физическая культура и здоровье (I–IV классы): учебная программа // Учебные программы для учреждений общего среднего образования с русским языком обучения. – Минск: НИО, 2012. – С. 198–239.
3. Детская спортивная медицина: руководство для врачей / Л.И. Абросимова [и др.]; под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.
4. Спортивная медицина: учебник для ин-тов физ. культуры / под ред. В.Л. Карпмана. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.
5. Барков, В.А. Научно-методические основы лыжной подготовки будущих учителей начальных классов: монография / В.А. Барков, Ю.В. Сак. – Гродно: ГРГУ им. Янки Купалы, 2011. – 143 с.
6. Сак, Ю.В. Формирование знаний и двигательных навыков по лыжной подготовке у будущих учителей начальных классов: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / Ю.В. Сак; БГУФК. – Минск, 2015. – 28 с.
7. Лыжный спорт: учебник для ин-тов и техникумов физ. культуры / Ю.А. Абрамов [и др.]; под общ. ред. В.Д. Евстратова, Г.Б. Чукардина, Б.И. Сергеева. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 319 с.
8. Назаренко, Л.Д. Содержание и структура равновесия как двигательного-координационного качества / Л.Д. Назаренко // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 54–58.
9. Дубровский, В.И. Спортивная медицина: учебник для студ. вузов / В.И. Дубровский. – М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 1998. – 480 с.
10. Манжосов, В.Н. Лыжный спорт: учеб. пособие для вузов / В.Н. Манжосов, И.Г. Огольцов, Г.А. Смирнов. – М.: Высшая школа, 1979. – 151 с.
11. Смирнов, В.М. Физиология физического воспитания и спорта: учебник для студ. средних и высших учеб. заведений / В.М. Смирнов, В.И. Дубровский. – М.: Изд-во «ВЛАДОС-ПРЕСС», 2002. – 608 с.
12. Яроцкий, А.И. Роль ускорений в формировании оздоровительной направленности двигательного адаптационного алгоритма / А.И. Яроцкий // Физическое воспитание и современные проблемы формирования и сохранения здоровья молодежи: материалы междунар. конф., Гродно, 25–27 апр. 2001 г. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы; редкол.: И.В. Муравьев [и др.]. – Радом: Изд-во Радомского политех. ун-та, 2001. – С. 183–184.

REFERENCES

1. *Obrazovatel'nyi standart po spetsialnosti 1-01 02 01 «Nachalnoye obrazovaniye»: postanovleniye M-va obr. Resp. Belarus, 30 avg. 2013, No 87* [Specialization 1-01 02 01 «Primary Education» Educational Standard, August 30, 2013 No 87 Resolution of the Ministry of Education of the Republic of Belarus], Minsk, RIVSH, 2013, 27 p.
2. *Uchebnyye programmi dlia uchrezhdenii obshchego srednego obrazovaniya s russkim yazykom obucheniya* [Curriculum for Russian Language General Secondary Educational Establishments], Minsk, NIO, 2012, pp. 198–239.
3. *Abrosimova L.I. Detskaya sportivnaya meditsina: rukovodstvo dlia vrachei* [Child Sport Medicine: Doctors Manual], M., Meditsina, 1991, 560 p.
4. *Karpman V.I. Sportivnaya meditsina: uchebnik dlia in-tov fiz. kulturi* [Sport Medicine: Textbook for Institutes of Physical Training], M., Fizkultura i sport, 1987, 304 p.
5. *Barkov V.A., Sak Y.V. Nauchno-metodicheskiye osnovi lyzhnoi podgotovki budushchikh uchitelei nachalnykh klassov: Monografiya* [Scientific and Methodological Fundamentals of Ski Training Classes for Would-be Elementary School Teachers: Monograph], Grodno, Grodno State Yanka Kupala University, 2011, 143 p.
6. *Sak Y.V. Formirovaniye znaniy i dvigatel'nykh navikov po lyzhnoi podgotovke u budushchikh uchitelei nachalnykh klassov: avtoref. ... dis. kand. ped. nauk* [Motor Skills and Knowledge Shaping in Ski Training Classes for Would-be Elementary School Teachers: PhD (Education) Dissertation Abstract], BGUFK, Minsk, 2015, 28 p.
7. *Abramov Yu.A. Lyzhni sport: uchebnik dlia in-tov i tekhnikumov fiz. kulturi* [Skiing: Textbook for Institutes and Colleges of Physical Training], M., Fizkultura i sport, 1989, 319 p.
8. *Nazarenko L.D. Teoriya i praktika fizicheskoi kulturi* [Theory and Practice of Physical Training], 2000, 1, pp. 54–58.
9. *Dubrovskiy V.I. Sportivnaya meditsina: uchebnik dlia stud. vuzov* [Sport Medicine: Textbook for University Students], M., Gumanit. izd. tsentr «VLADOS», 1998, 480 p.
10. *Manzhosov V.N., Ogoltsov I.G., Smirnov G.A. Lyzhni sport: ucheb. posobiye dlia vuzov* [Skiing: University Study Book], M., Vysshaya shkola, 1979, 151 p.
11. *Smirnov V.M., Dubrovskiy V.I. Fiziologiya fizicheskogo vospitaniya i sporta: uchebnik dlia stud. srednikh i visshikh ucheb. zavedeniy* [Physical Training and Sport Physiology: Study Book for Students of Institutes of Higher Education and Colleges], M., izd-vo «VLADOS-PRESS», 2002, 608 p.
12. *Yarotskiy A.I. Fizicheskoye vospitaniye i sovremennyye problemi formirovaniya i sokhraneniya zdoroviya molodezhi: materialy Mezhdunar. konf., Grodno, 25–27 apr. 2001. Grodenskiy gos. un-t im. Y. Kupali* [Physical Training and Contemporary Problems in Shaping and Keeping Youth Health: International Conference Proceedings, Grodno, April 25–27, 2001, Grodno State Yanka Kupala University], Radom (RP), izd-vo Radomskogo Polytekh. Un-ta, 2001, pp. 183–184.

Поступила в редакцию 26.12.2016

Адрес для корреспонденции: e-mail: u.sak@grsu.by – Сак Ю.В.

Условия и способы противодействия боксеру с агрессивной манерой ведения боя в условиях соревнований

Ю.М. Прохоров

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

Уровень развития современного бокса предъявляет высокие требования к профессиональной компетенции боксера, так как соревновательные поединки проходят в быстром темпе, характеризуются большим количеством ударов, доминированием агрессивной манеры ведения боя на ринге. При таких обстоятельствах практические умения и навыки противодействия агрессивным действиям противника, ведения встречного боя являются важным условием спортивных достижений.

Цель статьи – выявить и научно обосновать факторы эффективного противодействия агрессивной тактике в условиях вольного боя боксеров на ринге.

Материал и методы. В качестве материала и методов исследования выступили методологические основания инновационных и традиционных технологий подготовки боксеров, анализ результатов выступлений боксеров на международных и республиканских соревнованиях, собственный практический опыт занятий боксом и др.

Результаты и их обсуждение. Практические умения боксера использовать различные положения боевой стойки с учетом сложившихся обстоятельств и ситуативных изменений, рациональность его передвижений и чистота технического выполнения встречных ударов обеспечивают активное противоборство, и это наиболее оптимальный путь к победе, высоким спортивным достижениям.

Заключение. Широкий комплекс технических действий позволяет боксеру сохранять остроту поединка, перехватывать инициативу, остановить агрессивного противника, нанести нокаутирующий удар. Ошибки и пробелы технического мастерства трудно устранить в элитной группе боксеров.

Ключевые слова: боевая стойка боксера, школа бокса, агрессивная манера ведения боя, условия противодействия агрессивной тактике боксера, встречные удары: удары «сайд-степ» и удары «вразрез».

Conditions and Ways of Counteracting a Boxer with an Aggressive Manner of Fighting in Competition

Yu.M. Prokhorov

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

The level of modern boxing development puts forward high demands to the professional competence of the boxer since fights take place at high speed, are characterized by large amount of punches, dominance of aggressive manner of combat in the ring. Thus, practical skills of counteracting aggressive acts of the opponent, oncoming fight are an important condition of sport achievements.

The purpose of the research is to find out and scientifically substantiate factors of efficient counteracting the aggressive tactics in the conditions of free fight of boxers in the ring.

Material and methods. As material and methods of the research the methodological bases of innovative and traditional technologies of training boxers, analysis of results of boxer fights at international and national competitions, the author's own practical boxing experience etc were used.

Findings and their discussion. A boxer's practical skills to use various positions of the fighting stance taking into account the circumstances and situational changes, rationality of his movements and clearness of technical performance of oncoming fight, provide active combat and this is the most optimal way to winning, to high sport achievement.

Conclusion. A broad complex of technical acts makes it possible for the boxer to keep up the sharpness of the combat, to intercept initiative, to stop the aggressive opponent, to KO him. Mistakes and gaps of the technical skill are difficult to delete in the elite group of boxers.

Key words: boxer's fighting stance, boxing school, aggressive manner of fight, conditions of counteracting the aggressive tactics of the boxer, oncoming punches: side-step punches and «apart» punches.

Бокс, сохраняя традиционные характеристики кулачного боя по определенным правилам, активно совершенствуется и развивается. Широкая популярность бокса как олимпийского вида спорта предопределяет высокую конкуренцию среди участников официальных международных соревнований, а международная ассоциация любительского бокса AIBA насчитывает более 200 национальных федераций.

Анализируя бои международного уровня, с сожалением приходится констатировать, что ушли в прошлое ранее известные национальные школы бокса, характеризующиеся доминированием той или иной манеры ведения боя. Например, кубинская школа, где боксеры среднего уровня технической подготовки добивались преимущества за счет морально-волевых качеств; литовская школа, когда технические действия классического выполнения приемов позволяли спортсмену добиться очевидного преимущества; советская школа, опосредовавшая активную наступательную доктрину в сочетании с хорошей физической подготовкой [1].

Отсутствие национальной школы бокса в республике приводит к нестабильности выступлений национальной сборной команды, хотя отдельные отечественные боксеры имеют высокие спортивные достижения – олимпийские медали: золото В. Яновского (тренеры В.Г. Кондратенко и Э.А. Янушковский, г. Сеул, 1988 г.) и серебро В. Зуева (тренер А.К. Колчин, г. Афины, 2004 г.) – оба боксеры из г. Витебска и бронза М. Арипгаджиева (тренер М. Абдулабеков, г. Афины, 2004 г.). Ученик В.П. Баранова (г. Гомель) Ю. Торбек завоевал серебряную медаль Кубка мира (1981 г.), воспитанник тренера А.М. Котлярова А. Банин из г. Могилева удостоен бронзовой медали Кубка мира в 1990 году; чемпионами СССР становились В. Коган (1947 г.), В. Ботвинник (1959 г.), А. Захухин (1961 г.), А. Березюк (1972 и 1974 гг.), А. Юков (1983 г.), В. Яновский (1987 и 1988 гг.) [2; 3].

Современный бокс – это агрессивный, плотный бой с большим количеством ударов. В таких условиях спортсмен вынужден активно защищаться, атаковать и контратаковать, встречать противника в течение всего поединка, что требует повышения практических умений и навыков, технического мастерства боксера во время работы в условиях высокой психофизической нагрузки в течение всего поединка. Практика соревнований показывает: можно выдержать мощнейший удар, если его ожидаешь и видишь, но легко попасть в глубокий нокаут от слабого удара, который не ожидал и не видел [4].

В настоящее время в специальной литературе имеется широкий перечень технико-тактических средств ведения боя, однако системный подход к решению специализированных задач противодействия с учетом специфических особенностей, индивидуальных особенностей противника, его манеры ведения боя остается недостаточно разработанным.

Цель статьи – выявить и научно обосновать факторы эффективного противодействия агрессивной тактике в условиях вольного боя боксеров на ринге.

Материал и методы. В качестве материала и методов исследования выступили методологии основания инновационных и традиционных технологий подготовки боксеров, анализ результатов выступлений боксеров на международных и республиканских соревнованиях, собственный практический опыт занятий боксом и др.

Результаты и их обсуждение. Бой на ринге характеризуется непрерывной изменчивостью движений и боевых ситуаций. В этих условиях важно постоянно сохранять наиболее удобное положение для ситуативного реагирования, т.е. для нападения или обороны – «боевая стойка боксера». Она должна обеспечивать: 1) хороший обзор противника и создавать противнику неудобство для проведения атакующих действий; 2) возможность эффективного выполнения собственно защитных или атакующих действий; 3) устойчивость и равновесие тела; 4) легкость, удобство и свободу передвижений в любую сторону в случае необходимости (рис. 1–2).



Рис. 1.

В качестве важных показателей классической боевой стойки выступают следующие характеристики:

1. Голова опущена вниз и повернута влево, прямо на противника, подбородок прижат к груди, взгляд исподлобья.
2. Левая рука выдвинута вперед, в локтевом суставе угол составляет 110–130° и чуть отведена влево, чтобы не затруднять обзор и видимость противника.
3. Кулак левой руки (его верхняя часть) находится на уровне брови. Правый кулак касается подбородка, прикрывает его и нижнюю часть лица. Кисти обеих рук подвёрнуты вовнутрь, в сторону ладоней.
4. Левое плечо чуть приподнято вверх. Оно прикрывает левую сторону подбородка. Правое – расслаблено и чуть опущено вниз.
5. Локоть левой руки не должен быть далеко отведен в сторону, необходимо сохранять положение руки, близкое к вертикальному, закрывая линию удара в туловище.
6. Правый локоть прижат к правой стороне туловища и защищает область расположения печени.



Рис. 2.

7. Спина сутулая, плечи чуть сведены друг к другу. Грудь спрятана между плечами.

8. Туловище повернуто вправо. Живот слегка напряжен и подобран.

9. Ступни обеих ног повернуты вправо (левая 35–33°, правая стопа – чуть больше 65–75°). Пятки левой (опорная, расположенная впереди) и правой (толчковая, стоящая сзади) ног чуть приподняты и пола не касаются. Ноги расположены на удобном расстоянии друг от друга, приблизительно на ширине плеч, слегка согнуты в коленях, правая нога – чуть больше левой и на нее смещен центр тяжести [5].

Современный уровень технического мастерства боксера настолько велик, что тактика «избегания столкновений» за счет легкости передвижений, при сохранении дальней дистанции, обречена на провал. Независимо от того, каков сам боксер или его противник (высокий или низкий, агрессор или контрвик), ему приходится принимать бой на средней и ближней дистанциях, часто в условиях ограниченного пространства: у канатов, в углу ринга. В этих обстоятельствах положение классической стойки теряет свою надежность. В такой ситуации мы, с учетом опыта, не рекомендуем «рубиться», находясь в стойке, отвечать ударом на удар. В такой ситуации целесообразно прибегнуть к варианту «глухой защиты» (рис. 3).



Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

«Глухая защита» – это защитный вариант боевой стойки боксера, которая обеспечивает надежное укрытие и позволяет ему безопасно находиться в зоне нанесения ударов. Переход с классической стойки на дальней дистанции в положение глухой защиты осуществляется следующим образом: отталкиваясь опорной ногой назад, толчковой ногой (стоящей сзади) делаем широкий шаг назад; переносим вес тела на переднюю ногу, которая выпрямляется в коленном суставе, и пятку ставим на пол – опора на всю стопу; туловище наклоняем вперед, как можно ближе к противнику, но не дальше носка впереди стоящей ноги; кулаки прижаты к височным ямкам, соответственно правый к правой ямке, а левый к левой: локти свободно, вертикально свисают вниз, т.е. отведены от туловища. В общем виде – печень как можно дальше от противника, а голова – как можно ближе. В этом положении ноги играют роль «жесткой опоры», а туловище остается подвижным. Положение «глухой защиты» – это также активный вариант противодействия, и здесь боксер должен искать возможность активного противодействия. В таком положении, при атаке противника, отвечать нужно выборочно, как бы «выстреливая», «врезаясь» короткими ударами в голову. Хорошо зарекомендовала себя и практика контратакующих серийных действий сразу после атаки противника.

Противоположным варианту «глухой защиты» является путь опережения противника. В этом случае боксеру при сближении с противником следует выполнить «подсадку» вниз и начать свои атакующие действия ударами снизу, раньше, чем это сделает противник. При выборе варианта атаки положение классической стойки боксера также существенно изменяется: левая рука прижимается к левой височной ямке, а правая от подбородка поднимается к правой височной ямке, ноги сгибаются в коленных суставах, т.е. боксер как бы «ныряет» под удары противника и вес тела при этом распределяется на обе ноги. Данное положение удобно для выполнения атакующих действий, одиночным ударом или серией ударов.

Однако следует помнить, что во избежание случайных неприятностей, «выныривать», т.е. выпрямляться следует только после окончания ударов и разрыва ударной дистанции (рис. 4).

Существует еще один вариант реагирования на обострение ситуации боя. Часто, обычно ближе к окончанию боя, на фоне усталости боксер не может активно действовать и противодействовать агрессивной тактике противника. В таких обстоятельствах часто слышат выкрик: «вяжи противника, не давай ему работать». Этого можно достичь несколькими способами: а) за счет активного продвижения вперед навстречу противнику и прижимания своего туловища к его телу; б) давлением своих рук сверху на руки противника; в) держанием рук противника, т.е. «борьбы в стойке».

Такие действия запрещены правилами соревнований, но, как говорится, из двух зол выбирать меньшее, при этом их краткосрочность и чередование часто остаются долгое время безнаказанными со стороны рефери.

В этом варианте противоборства классическое положение боевой стойки боксера также оказывается ненадежным. При выборе этого варианта боксер выпрямляется – ноги и туловище прямые, вес тела смещается в сторону противника. Рекомендуется сделать шаг вперед толчковой ногой (стоящей сзади). Руки выпрямляются в локтевых суставах и накладываются сверху на руки противника. Туловище прижимается к туловищу противника, а голова к его плечу. За счет этих действий

противник лишается ударного пространства, т.е. расстояния для «разгона удара» и его руки теряют свободу движений (рис. 5).

Еще одним из важных способов реагирования на изменение обстоятельств боя является передвижение боксера по рингу. Известная в боксерском мире фраза, характеризующая манеру ведения боя одного из великих боксеров профессионального ринга Мухаммеда Али, «Порхает как бабочка, а жалит как пчела» и близкое к нему по смыслу высказывание «Ноги волка кормят» особенно актуальны для современного бокса.

В ринге боксер использует различные виды передвижений:

- «челнок» – мелкие скользящие прыжки на двух ногах вперед-назад, выполняемые без пауз и задержек;
- вышагивание – шаг вперед опорной и отшагивание – шаг назад толчковой ногой;
- скачок – длинный скользящий прыжок на двух ногах с сохранением положения ног, вперед или назад;
- приставной шаг: скользящие попеременные шаги вперед, назад, в стороны, по кругу.

Каждый из перечисленных видов передвижения специфичен и применяется в зависимости от конкретной ситуации боя. Во-первых, много времени в бою боксер проводит на дальней дистанции. И здесь, чтобы спортсмену не представлять статическую мишень, он применяет разные виды передвижений, так, челночные движения и вышагивание передней ногой вперед позволяют постоянно изменять дистанцию, сбивая «прицел» противника, усложняя ему выбор действия. В сочетании с синхронными движениями передней рукой такие движения специалисты называют «вызов противника», они затрудняют противнику ориентацию и выбор способа действия. Боксеру трудно отличить обманные действия от начальной фазы атакующих действий. Вызов, с одной стороны, провоцирует противника, заставляя его отступать и отдавать инициативу или атаковать, когда противник находится в позиции готовности – в боевой стойке. С другой стороны, он позволяет хорошо маскировать свои атакующие действия [6].

Технически челнок и вышагивание почти идентичны. В том и другом случаях выполняются:

– отталкивания вперед толчковой (сзади стоящей) ногой со смещением центра тяжести вперед на опорную ногу;

– при касании пола носком опорной ноги (расположенной ближе к противнику или двумя ногами при выполнении «челнока») боксер тут же выполняет отталкивание назад, тем самым восстанавливая исходное положение боевой стойки. Здесь важно не перегружать весом тела левую ногу, так, чтобы как можно быстрее оттолкнуться назад и «провалить» противника.

Передвижение вперед приставным шагом выполняется с опорной (впереди стоящей) ноги, которая делает скользящий шаг вперед и подшагивания толчковой ногой (стоящей сзади). При разрыве дистанции первый приставной, скользящий шаг выполняется толчковой (стоящей сзади) ногой, а затем выполняется подшагивание опорной (стоящей впереди) ногой. При продолжении движения вперед или назад вышеописанные циклы движений повторяются. В ситуациях, когда противник резко разрывает дистанцию и пытается отдохнуть, по нашему мнению, наиболее актуальным будет «бросок вперед». Данное техническое действие включает следующий комплекс движений: 1) сочетание мелких приставных шагов вперед: левой-правой-левой – своеобразный разгон; 2) попередное отталкивание толчковой, а затем опорной ногой; 3) длинный скользящий «скачок» вперед с зашагиванием толчковой ноги вперед и приземление на правую, а затем на левую ногу, которая выдвигается вперед в зависимости от дистанции. Вес тела при приземлении смещается на толчковую ногу, и боксер принимает исходное положение. Опытный противник редко отступает, но делая несколько шагов назад, он смещается в сторону, лучше влево, так как, смещаясь вправо, он попадает в опасное положение для себя и удобное для атаки противника сильнейшей рукой – удара правой рукой в голову. С целью ограничения движений противника и прижатия его к канатам или к углу ринга преследование представлено приставными шагами в сторону, которые выполняются по аналогии с приставными шагами вперед и назад. Вправо движение начинается с шага правой ногой, а затем выполняется приставное подшагивание левой ногой. Смещение влево, наоборот, начинают с шага левой ногой, а подшагивание выполняется правой ногой.

При выполнении ударов боксер также выполняет специальные движения. Одиночный, атакующий прямой удар сильнейшей рукой с дальней дистанции выполняется с шагом вперед левой ногой и соответствующим разворотом туловища и опорной ноги справа налево. При этом ударное движение начинается с ног и синхронно-последовательным включением мышц туловища и рук. Идентичность выполнения данных движений распространяется на все виды ударов правой рукой: прямые, сбоку, снизу. С дальней дистанции делается шаг опорной ногой вперед, на средней и ближней дистанции шаг делать вперед необязательно. Однако мы считаем, что в данной ситуации следует выполнить «перешаг» опорной ногой, т.е. на месте. Этот элемент позволяет унифицировать выполнение группы технических действий таким образом, что независимо от дистанции и положений тела все удары правой рукой выполняются одинаково, что очень важно в условиях современного боя на ринге. Обязательным считаем и координационную синхронизацию всех ударных движений: рук, ног, туловища, мышечные усилия, которые должны заканчиваться одновременно в финальной стадии удара, т.е. в момент соприкосновения кулака с целью.

Одиночный атакующий удар левой рукой выполняется с применением вышагивания левой ногой или с применением прыжка (скачок) вперед на двух ногах. Скачок вперед следует применять, когда удар левой рукой является первым ударом комбинационного сочетания. Этот способ позволяет сохранить позицию готовности и эффективно выполнить следующий удар – удар правой рукой. При выполнении одиночного удара важным является время выхода с ударной дистанции, поэтому не следует перегружать весом левую ногу. Исключение имеет место при выполнении длинного акцентированного прямого удара левой рукой – «джеб». Этот удар выполняется при полном смещении веса тела на левую ногу и амплитудном увеличении движений корпуса и ударного действия рукой.

Серии ударов с продвижением вперед выполняются под разноименные ноги: удар правой рукой – шаг левой ногой и поворот туловища в сторону впереди стоящей ноги. При продолжении атаки левой рукой расстояние между ног сокращается за счет подшагивания правой ногой и обратного соответствующего разворота туловища и опорной ноги слева-направо. Одновременно выполняется ударное действие левой рукой. Удары назад – под одноименную ногу, т.е. шаг назад правой ногой выполняется одновременно с ударом правой рукой. Финальное положение после выполнения ударного действия должно быть то же, что и финальное положение удара правой рукой вперед – нога и туловище развернуты влево, левая рука у подбородка и т.д. При продолжении ударов левой рукой боксер выполняет отшагивание назад левой ногой одновременно с обратным разворотом ног и туловища в исходное положение. Таким образом, при выполнении серии ударов боксер восстанавливает исходное положение после второго удара. При продвижении вперед на один шаг – под разноименные, а при движении назад под одноименные ноги. При выполнении третьего и четвертого ударов цикл движений повторяется, а смещение будет уже на два шага вперед или назад и т.д.

При исследовании вопросов передвижения боксеров на ринге нами было установлено, что ряд известных боксеров из г. Витебска (В. Яновский, Ю. Прохоров, Н. Тимкин, В. Масюк и др.) на практике применяли еще один из видов передвижений – «амортизационно-пружинистую гребенку», который, как и челнок, представляет мелкие прыжковые движения, только не вперед-назад, а вверх-вниз. Находясь на ударной дистанции, применяя такой вид передвижений, боксер как бы провоцировал противника к активным действиям, сокращая ему время для принятия решения и выбора способа реагирования, увеличивая, повышая тем самым плотность боя и сохраняя позицию готовности для нападения или обороны, в зависимости от обстоятельств боя на ринге [7].

Возможным вариантом смещения боксера является и прыжковый шаг в сторону с разворотом туловища и дальнейшим отрывом от противника приставным шагом «сайд-степ». «Прыжковый шаг» – широкий шаг, в результате которого опорная или толчковая нога выполняет функцию отталкивания в сторону смещения с разворотом на передней части стопы, выпрямляясь в коленном суставе. Вес тела полностью смещается на ногу, выполняющую «прыжковое отшагивание».

Для эффективного противодействия агрессивной манере боя со стороны противника одной стойки и передвижений для победы недостаточно. Победные очки начисляются за результативные удары. Здесь боксеры часто при выполнении смещений используют встречный удар «сайд-степ». Традиционно «сайд-степ» в терминологии бокса определяется как защитное сложнокоординационное действие, определяемое шагом в сторону. Однако в структуре современного боя мало смещений, так как противник поворачивается и атакует дальше. Другое дело, когда боксер одновременно со смещением наносит встречный удар – «удар “сайд-степ”». Он может выполняться как левой, так и правой рукой с применением любого вида удара в ситуациях, когда необходимо остановить агрессивные действия противника, разбить его атаку и самому избежать столкновений (рис. 6–8).



Рис. 6 (и.п.).



Рис. 7.



Рис. 8.

Есть несколько способов выполнения этого удара. Когда атака противника очевидна, встречный удар производится сразу с шагом назад и смещением вправо или влево, после защиты уклон или нырок и т.д. Лучше, когда удар «сайд-степ» выполняется чуть с опережением в начальной стадии ударного движения руки противника к цели. Однако в бою часто возникают ситуации, когда противник использует резкое продвижение вперед –

«бросается на противника». Здесь важно сохранить удобную ударную дистанцию за счет применения защитных действий: отклони туловища, шага или скачка назад. Это позволяет избежать столкновения и нанести точный и сильный встречный удар – «удар «сайд-степ»». С одной стороны, при достижении цели этот удар непременно нанесет определенные неудобства разрушительного плана, с другой – создаст хорошие условия для контратакующих действий.

Еще на одном из видов встречных ударов эффективного противодействия следует остановиться – это удары вразрез. Специфика этого вида ударов заключается в том, что они выполняются на встречных курсах, а это увеличивает их мощь. Вразрез – значит под атакующий удар противника. Они наиболее сложные, но эффективны и наиболее опасны. Технически правильно выполненный и точный удар непременно приведет к нокауту или нокауту. Качественная сторона выполнения удара вразрез базируется на «чистоте выполнения», т.е. на комплексном сочетании технически правильного и своевременно выполненного защитного и ударного действия. При выполнении удары вразрез не должны препятствовать выполнению атакующего удара противника, который не достигает цели – удара по воздуху. Важно, защищаясь от атаки противника, максимально сохранить удобное положение тела, направляя массу и силу мышц вперед, навстречу, оставаться рядом с ударом противника. Здесь смещение проводится за счет небольшого наклона в сторону (на объем перчатки), подсадки вниз (чтобы избежать попадания в плечо) и шага вперед навстречу противнику.



Рис. 9 (и.п.).

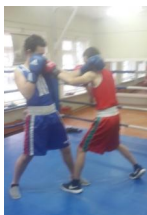


Рис. 10.



Рис. 11.



Рис. 12.

Наиболее популярным ударом вразрез является прямой удар с дальней дистанции правой рукой в голову, выполняемый под идентичный удар противника, а при работе с левой под левую руку. Не менее эффективным является и удар вразрез правой рукой в туловище. На средней и ближней дистанциях применяются удары вразрез снизу, сбоку, со смещением в сторону, которые выполняются и по корпусу, и в голову. С технической точки зрения удары вразрез сложны в исполнении и требуют высокого уровня профессиональной подготовки спортсмена (рис. 9–12).

Современный бокс отличается высоким уровнем подготовки спортсменов, агрессивной манерой ведения боя, высокой интенсивностью. Боксеры, часто применяя простейшие виды защит подставкой рук, стараются максимально мощно нанести удары противнику, порой забывая о собственной безопасности. Данные факторы, с одной стороны, обозначают приоритеты подготовки спортсмена к соревнованиям, с другой стороны, определяют условия противодействия.

Стойка боксера и умения рационального передвижения по рингу позволяют спортсмену сохранять позицию готовности в ситуативной изменчивости на протяжении всего поединка, что является обязательным условием эффективности и качества его действий. Это самое удобное положение, занимаемое боксером перед противником, для выполнения приемов защиты или нападения. Боксер, с учетом его индивидуальных особенностей, должен как минимум владеть стойками на дальней, средней и ближней дистанции, положением «глухой защиты». При этом, чтобы тело боксера излишне не напрягалось, его передвижения должны быть легкими и не препятствовать обменным процессам и работе функциональных систем организма. Умение своевременно изменять положения стойки боксера позволяет создавать наиболее благоприятную обстановку безопасности и одновременно удобную позицию для атакующих действий.

Бой на ринге каждому из боксеров предоставляет возможность эффективных действий, но не каждый боксер может ими воспользоваться. На современном уровне развития бокса значительно возросли скоростные показатели, поэтому боксеру необходимо профессиональное чутье, т.е. предвидение. Следует провоцировать, обманывать противника: передвижениями, ложными ударами и т.п., на выполнении того удара, который ты ожидаешь. В противном случае боксер с нанесением ударов опаздывает, что значительно снижает качественные показатели его профессионального мастерства, создает условия для эффективных действий противника [8].

Современный бокс предъявляет особые требования к способностям адекватного реагирования и оптимального выбора средств противодействия боксеру-агрессору. Боксер-спортсмен, мастер должен обладать высоким

уровнем «взрывной силы» и реакции, обеспечивающим максимальную мощность удара и реализацию его способностей в нужный момент боя, как говорится, «здесь и сейчас». При этом техника выполнения специальных приемов на современном этапе развития бокса должна быть сформирована на уровне профессионального навыка. Боксеру в бою некогда думать о правильности выполнения того или иного технического приема, его мышление сосредоточено на выборе способа действия, осуществлении контроля и реагировании на изменения боевых ситуаций. Боксер-мастер должен располагать широким арсеналом технико-тактической подготовки, включая защитные, атакующие обманные и другие действия, а также умения нанести встречный удар. Встречные удары – это, как правило, удары, от которых нет надежной защиты, они плохо заметны и часто приводят к нокаутам и нокауту. Наряду со специальной физической подготовкой боксера важную роль при ведении боя играет и чистота технического выполнения приемов бокса.

Заключение. Широкий комплекс технических действий позволяет боксеру сохранять остроту поединка, перехватывать инициативу, остановить агрессивного противника, нанести нокаутирующий удар. Практические умения боксера использовать различные положения боевой стойки с учетом сложившихся обстоятельств и ситуативных изменений, рациональность его передвижений и чистота технического выполнения встречных ударов – удары «сайд-степ» и удары вразрез позволяют ему, с одной стороны, сохранять постоянную готовность в течение всего поединка, повышая психофизическую нагрузку и напряжение у соперника, с другой стороны, обеспечивают активное противоборство, и это наиболее оптимальный путь к победе, условие высоких спортивных достижений.

Как показывает практика, более успешными являются разноплановые боксеры, способные боксировать не только в атакующей, но и в контратакующей манере, располагающие практическими умениями ведения встречного боя. Тренеру и спортсмену следует понимать, что основы технического мастерства закладываются и формируются уже начиная с начального этапа подготовки, еще в юношеском возрасте. Ошибки и пробелы технического мастерства трудно устранимы в элитной группе боксеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отечественная школа бокса // Материалы торжественного заседания ученого совета РГУФК, посвященного 100-летию со дня рождения проф. К.В. Градополова / под ред. Е.В. Калмыкова. – М.: РГУФК, 2004. – 61 с.
2. Баранов, В.П. Современная спортивная тренировка боксеров: практ. пособие: в 2 т. / В.П. Баранов, Д.В. Баранов. – Гомель: Союз, 2008. – Т. 1. – 360 с.
3. Прохоров, Ю.М. Бокс. Удар через руку: теория и практика обучения: метод. рекомендации / Ю.М. Прохоров. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – 26 с.
4. Филимонов, В.И. Бокс. Кикбоксинг. Рукопашный бой (подготовка в контактных видах единоборств) / В.И. Филимонов, Р.А. Нигмедзянов. – М.: Инсан, 1999. – 416 с.
5. Бокс: учебник для ин-тов физической культуры / под общ. ред. И.П. Дегтярева. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 287 с.
6. Сергеев, С.А. Методика технической подготовки боксеров на этапе начальной спортивной специализации: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.А. Сергеев; БГОИФК. – Минск, 1991. – 211 л.
7. Прохоров, Ю.М. Инновационные компоненты учебно-тренировочного процесса витебских боксеров / Ю.М. Прохоров // Мир спорта. – 2015. – № 3(60). – С. 38–43.
8. Подходы к разработке концепции индивидуализации подготовки спортсменов высокой квалификации / В.В. Рыбаков [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 3. – С. 24–28.

REFERENCES

1. Kalmikov E.V. *Materiali torzhestvennogo zasedaniya Uchenogo Soveta RUGFK, posviashchennogo 100-letiyu so dnya rozhdeniya prof. K.V. Gradopolova* [Proceedings of the Meeting of Russian State University of Physical Training Scholar Council in Honor of the Centenary of Prof. K.V. Gradopolov], M., RUGFK, 2004, 61 p.
2. Baranov V.P., Baranov D.V. *Sovremennaya sportivnaya trenirovka bokserov: prakt. posobiye* [Modern Sport Training of Boxers: Practical Guidelines], Gomel, Sozh, 2008, 360 p.
3. Prokhorov Yu.M. *Boks. Udar cherez ruku: teoriya i praktika obucheniya: metod. rekomendatsii* [Boxing. Punch over the Arm: Theory and Practice of Training: Guidelines], Vitebsk, VGU imeni P.M. Masherova, 2016, 26 p.
4. Filimonov V.I. *Nigmedzianov R.A. Boks. Kikboksing. Rukopashni boi (podgotovka v kontaktnikh vidakh yedinoborstv)* [Boxing. Kickboxing. Hand-to-hand Fight (Training in Contact Types of Martial Arts)], M., Insan, 1999, 416 p.
5. Degtiarev I.P. *Boks. Uchebnik dlia in-tov fizicheskoi kul'turi* [Boxing. Physical Training Institute Manual], M., Fizkultura i sport, 1979, 287 p.
6. Sergeev S.A. *Metodika tekhnicheskoi podgotovki bokserov na etape nachalnoi sportivnoi spetsializatsii: Dissertatsiya na soisk. uchen. step. kand. ped. nauk* [Methods of Technical Training of Boxers at the Stage of Primary Sport Specialization: PhD (Education) Dissertation], Minsk, BGOIFK, 1991, 211 p.
7. Prokhorov Yu.M. *Mir sporta* [The World of Sport], Mn., BGUFK, 2015, 3(60), pp. 38–43.
8. Rybakov V.V. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'turi* [Theory and Practice of Physical Training], 2000, 3, pp. 24–28.

Поступила в редакцию 03.05.2017

Адрес для корреспонденции: e-mail: ffkis@vsu.by – Прохоров Ю.М.

ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія правоўладальнік ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВНУ рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляецца навізна і арыгінальнасць артыкула. Навуковы часопіс уключаны ў Пералік навуковых выданняў, рэкамендаваных ВАК Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных, фізіка-матэматычных навуках. Па-за чаргой публікацыя навуковых артыкулаў аспірантаў апошняга года навучання (уключаючы артыкулы, якія падрыхтаваны імі ў сааўтарстве) пры ўмове іх поўнай адпаведнасці патрабаванням, што прад'яўляюцца да навуковых публікацый выдання.

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:

2.1. Рукапісы артыкулаў прадстаўляюцца на беларускай, рускай ці англійскай мове.

2.2. Кожны артыкул павінен утрымліваць наступныя элементы:

- індэкс УДК;
- назва артыкула;
- прозвішча і ініцыялы аўтара (аўтараў);
- арганізацыя, якую ён (яны) прадстаўляе;
- ўводзіны;
- раздзел «Матэрыял і метады»;
- раздзел «Вынікі і іх абмеркаванне»;
- заключэнне;
- спіс выкарыстанай літаратуры.

2.3. Назва артыкула павінна адлюстроўваць яго змест, быць па магчымасці лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазваляць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўводзінах даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца не вырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на замежныя публікацыі.

2.5. Раздзел «Матэрыял і метады» ўключае апісанне метадыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі).

2.6. У раздзеле «Вынікі і іх абмеркаванне» аўтар павінен зрабіць высновы з пункту гледжання іх навуковай навізны і супаставіць з адпаведнымі вядомымі дадзенымі. Гэты раздзел можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзагалюкамі.

2.7. У заключэнні ў сціслым выглядзе павінны быць сфармуляваны атрыманыя вынікі, з указаннем на дасягненне пастаўленай мэты, навізны і магчымасці прымянення на практыцы.

2.8. Спіс літаратуры павінен уключаць не больш за 12 спасылак. Спасылкі нумаруюцца адпаведна з парадкам іх цытавання ў тэкście. Парадкавыя нумары спасылкаў пішуцца ў квадратных дужках па схеме: [1], [2]. Спіс літаратуры афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі ДАСТ – 7.1-2003. Спасылкі на неапублікаваныя працы, дысертацыі не дапускаюцца. Указваецца поўная назва аўтарскага пасведчання і дэпаніраванага рукапісу, а таксама арганізацыя, якая прад'явіла рукапіс да дэпаніравання.

2.9. Артыкулы падаюцца ў рэдакцыю ў двух экзэмплярах аб'ёмам не менш за 0,35 аўтарскага аркуша 14000 друкаваных знакаў, з прабеламі паміж словамі, знакамі прыпынку, лічбамі і інш.), надрукаваных праз адзін інтэрвал, шрыфт Times New Roman памерам 11 т.п. У гэты аб'ём уваходзяць тэкст, табліцы, спіс літаратуры. Колькасць малюнкаў не павінна перавышаць трох. Малюнкi і схемi павінны падавацца асобнымі файламі ў фармаце jpg. Фатаграфіі ў друку не прымаюцца. Артыкулы павінны быць падрыхтаваны ў рэдактары Word для Windows. Простыя формулы і літарныя абазначэнні велічынь трэба ўстаўляць, выкарыстоўваючы Symbol (напрыклад, ∞ , A_1 , B^k , $^{\circ}\text{C}$). Складаныя формулы набіраюцца тым жа шрыфтам і памерам, што і асноўны тэкст, пры дапамозе рэдактара формул Equation, і па шырыні яны не павінны перавышаць 7 см. Выкарыстоўваецца наступны фармат старонкі: чырвоны радок – 0,5 см; палі: зверху – 2,5 см, знізу – 2,5 см, злева – 2 см, справа – 2 см.

2.10. Ілюстрацыі, формулы, ураўненні, якія сустракаюцца ў артыкуле, павінны быць пранумараваныя ў адпаведнасці з парадкам цытавання ў тэкście. Да кожнага экзэмпляра артыкула трэба прыкласці па адным экзэмпляры ілюстрацый. Копіі малюнкаў для другога экзэмпляра артыкула павінны ўтрымліваць усе неабходныя літарныя і лічбавыя надпісы. Подпісы да малюнкаў, схем і табліц друкуюцца праз адзін інтэрвал. У назвах табліц і малюнкаў не павінна быць скарачэнняў.

2.11. Размернасць усіх велічынь, якія выкарыстоўваюцца ў тэкście, павінна адпавядаць Міжнароднай сістэме адзінак вымярэння (СИ).

2.12. У дадаток да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Электронная версія падаецца на дыскетах ці дысках або перасылаецца на адрас электроннай пошты ўніверсітэта (nauka@vsvu.by).

3. Да артыкула дадаюцца наступныя матэрыялы (на асобных лістах):

- рэферат (100–250 слоў), які павінен дакладна перадаваць змест артыкула і быць прыдатным для апублікавання ў анатацыях да часопісаў асобна ад артыкула, і ключавыя словы на мове арыгінала. Ён павінен мець наступную структуру: ўводзіны, матэрыял, матэрыял і метады, вынікі і іх абмеркаванне, заключэнне;
- назва артыкула, прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцю), месца яго працы, рэферат, ключавыя словы і спіс літаратуры на англійскай мове;
- хатні адрас аўтара, нумар тэлефона, адрас электроннай пошты;
- рэкамендацыя кафедры (навуковай лабараторыі) да друку;
- экспертнае заключэнне аб магчымасці апублікавання матэрыялаў у друку;
- запаволеная аўтарска дамова ў двух экзэмплярах. Бланк дамовы змешчаны на сайце ВДУ імя П.М. Машэрава (<http://www.vsvu.by>).

4. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзію, затым візіруюцца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датай паступлення лістыча дзень атрымання рэдакцыйнага канчатковага варыянта артыкула.

5. Накіраванне ў рэдакцыю раней апублікаваных або прынятых да друку ў іншых выданнях работ не дапускаецца.

GUIDELINES FOR AUTHORS

1. «Vesnik of Vitebsk State University» publishes results of scientific research conducted at Vitebsk State University as well as at scientific institutions and universities, CIS and other countries. The main criterion for the publication is novelty and specificity of the article. The scientific journal is included into the List of scientific publications recommended by Supreme Qualification Commission (VAK) of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological, pedagogical, physical and mathematical sciences. The priority for publication is given to scientific articles by postgraduates in their last year (including their articles written with co-authors) on condition these articles correspond the requirements for scientific articles of the journal.

2. Guidelines for the layout of a publication:

2.1. Articles are to be in Belarusian, Russian or English.

2.2. Each article is to include the following elements:

- UDK index;
- title of the article;
- name and initial of the author (authors);
- institution he (she) represents;
- introduction;
- «Material and methods» section;
- «Findings and their discussion» section;
- conclusion;
- list of applied literature.

2.3. The title of the article should reflect its contents, be laconic and contain key words which will make it possible to classify the article.

2.4. The introduction should contain a brief review of the literature on the problem. It should indicate not yet solved problems. It should formulate the aim; give references to the recent articles of other authors including foreign publications.

2.5. «Material and methods» section includes the description of the method, technical aids, objects and contents of the author's (authors') research.

2.6. In «Findings and their discussion» section the author should draw conclusions from the point of view of their scientific novelty and compare them with the corresponding well-known data. This section can be divided into sub-sections with explanatory subtitles.

2.7. The conclusion should contain a brief review of the findings, indicating the achievement of this goal, their novelty and possibility of practical application.

2.8. The list of literature shouldn't include more than 12 references. The references are to be numerated in the order of their citation in the text. The order number of a reference is given in square brackets e.g. [1], [2]. The layout of the literature list layout is to correspond State Standard (GOST) – 7.1-2003. References to articles and theses which were not published earlier are not permitted. A complete name of the author's certificate and the deposited copy is indicated as well as the institution which presented the copy for depositing.

2.9. Two copies of articles of at least 0,35 of an author sheet size (14000 printing symbols with blanks, punctuation marks, numbers etc.), interval 1, Times New Roman 11 pt are sent to the editorial office. This size includes the text, charts and list of literature. Not more than three pictures are allowed. Pictures and schemes are to be presented in individual *.jpg* files. Photos are not allowed. Articles should be typed in Word for Windows. Simple formulas and alphabetical symbols of dimensions should be put by using Symbol (e.g. ∞ , A_1 , β^4 , $^{\circ}C$). Complicated formulas are typed by the same point and size as the basic text with the help of formula's editor Equation. Their wide should not exceed 7 cm. The page layout is the following: new paragraph – 0,5 cm; margins: top – 2,5 cm, bottom – 2,5 cm, left – 2 cm, right – 2 cm.

2.10. Illustrations, formulas, equations, if any, are to be numbered in accordance with their appearance in the text. One copy of illustrations should be attached to each copy of the article. Picture copies for the second copy of the article should contain all the required letter and number titles. Titles of the pictures, charts and tables are to be typed in one interval. Titles of tables and pictures should not be abbreviated.

2.11. All dimensions used in the text should correspond the International measurement unit system.

2.12. The electronic version should be attached to the paper copy of the article submitted to the editorial board. The electronic and the paper copies of the article should be identical. The electronic version is presented on a diskette or diskettes or is sent by e-mail (the university e-mail address is nauka@vsu.by).

3. Following materials (on separate sheets) are attached to the article:

- summary (100–250 words), which should precisely present the contents of the article, should be liable for being published in magazine summaries separately from the article as well as the key words in the language of the original. The structure of the summary is the following: introduction, objective, material and methods, findings and their discussion, conclusion;
- title of the article, surname, first and second names of the author (without being shortened), place of work, summary, key words and the list of literature should be in English;
- author's home address, telephone number, e-mail address;
- recommendation of the department (scientific laboratory) to publish the article;
- expert conclusion on the feasibility of the publication;
- the author's agreement filled in duplicate. Form of agreement is available on the website VSU named after P.M. Masharov (<http://www.vsu.by>).

4. On the decision of the editorial board the article is sent for a review, and then it is signed by the members of the editorial board. If the article is sent back to the author for improvement it doesn't mean that it has been accepted for publication. The improved variant of the article is reconsidered by the editorial board. The article is considered to be accepted on the day when the editorial office receives the final variant.

5. Earlier published articles as well as articles accepted for publication in other editions are not admitted.

Выдавец і паліграфічнае выкананне – установа адукацыі
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі ў якасці выдаўца,
вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў
№ 1/255 ад 31.03.2014 г.

Надрукавана на рызографе ўстанова адукацыі
«Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава».
210038, г. Віцебск, Маскоўскі праспект, 33.

Пры перадрукаванні матэрыялаў спасылка
на «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» з'яўляецца абавязковай.