



ISSN 2074-8566

# **ВЕСНІК**

**ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА  
ЎНІВЕРСИТЭТА**

**2023 № 4(121)**

# **ВЕСНІК**

## **ВІЦЕБСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА ЎНІВЕРСІТЭТА**

**НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫ ЧАСОПІС**

Выдаецца з верасня 1996 года  
Выходзіць чатыры разы ў год

**2023**  
**№ 4(121)**

**ЗАСНАВАЛЬНІК:**

установа адукацыі “Віцебскі дзяржаўны  
ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”

**РЭДАКЦЫЙНАЯ КАЛЕГІЯ:**

**В.В. Багатырова** (*галоўны рэдактар*),  
**Я.Я. Аршанскі** (*нам. галоўнага рэдактара*)

**В.М. Балаева-Ціхамірава, А.А. Белавостаў, М.М. Вараб’ёў,**  
**М.Ц. Вараб’ёў** (*адказны за раздзел “Матэматыка”*),  
**Д.А. Венсковіч, А.М. Галкін, С.А. Ермачэнка, А.М. Залеская, У.В. Іваноўскі,**  
**З.С. Кунцэвіч, С.У. Нікалаенка, Н.А. Ракава** (*адказны за раздзел “Педагогіка”*),  
**Г.Г. Сушко, Т.А. Талкачова** (*адказны за раздзел “Біялогія”*),  
**Ю.В. Трубнікаў, А.А. Чыркін**

**РЭДАКЦЫЙНЫ САВЕТ:**

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

*Часопіс “Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта” ўключаны ў Пералік  
навуковых выданняў Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў  
дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагогічных,  
фізіка-матэматычных навуках*

**Адрас рэдакцыі:**

210038, г. Віцебск, Маскоўскі пр-т, 33, кабінет 115,  
тэл. +375(33)398-50-51.  
E-mail: [nauka@vsu.by](mailto:nauka@vsu.by)  
<http://www.vsu.by>

---

Рэгістрацыйны № 750 ад 27.10.2009.

Падпісана ў друк 20.11.2023. Фармат 60×84 1/8. Папера друкарская.  
Ум. друк. арк. 11,63. Ул.-выд. арк. 9,20. Тыраж 175 экз. Заказ 140.

© Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 2023

# З М Е С Т

## МАТЭМАТЫКА

- Мехович А.П.** О стоуновых решетках частично композиционных формаций ..... 5

## БІЯЛОГІЯ

- Жерносеков Д.Д., Павлова Е.Е., Литенкова А.А., Шикунец А.Б.** Подбор условий для поверхностного и глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* с целью получения молокосвертывающего фермента ..... 11
- Голубев Д.С.** Сравнительное гистологическое строение расширенной и обычной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы ..... 17
- Дорофеев С.А., Шаврова Е.В.** Пространственная структура и трофическая специализация дендрофильных птиц сосновых лесов Белорусского Поозерья ..... 24
- Дорошенко Е.М., Балаева-Тихомирова О.М.** Исследование спектра свободных аминокислот сыворотки крови и печени методом высокоэффективной жидкостной хроматографии ..... 30
- Голубев Д.С., Карелин Д.Ф., Радченко С.Л.** Особенности гистологического строения расширенной и пограничной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы ..... 37
- Яхновец М.Н.** Флористический состав и структура растительных сообществ Белорусского Полесья с разной степенью влияния *Robinia pseudoacacia* ..... 44

## ПЕДАГОГІКА

- Аршанский Е.Я., Белохвостов А.А., Борисевич И.С., Нарушевич В.Н., Толкачева Т.А.** Интегративная модель преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов ..... 52
- Казимиров Е.П.** Эффективность использования метода круговой тренировки в учебно-тренировочном процессе по спортивным видам борьбы учебно-спортивных отделений в учреждениях высшего образования ..... 62
- Матюшкова С.Д., Туболец С.Г.** Самообраз современной молодежи в контексте гендерной идентичности ..... 68
- Питкевич Э.С., Шацкий Г.Б., Шпак В.Г., Прохожий С.А.** Индивидуальная реакция организма на однократную истощающую физическую нагрузку ..... 74
- Парфенова Н.Н.** Воспитательный процесс в медицинских учебных заведениях Беларуси конца XIX – начала XX века ..... 78
- Белая Е.В., Сологуб Н.С., Шерстень М.О., Талерова О.Г., Бобровская К.Г.** Роль интегрированного факультатива «Генетические факторы здоровья человека» в формировании здоровьесберегающих и STEAM-компетенций обучающихся ..... 85

## ПАМ'ЯЦІ КАЛЕГІ

- Аршанский Е.Я., Нарушевич В.Н., Чубаро С.В.** Памяти ученого, педагога, патриота и нашего учителя В.С. Конюшко ..... 94

- ЗВЕСТКІ ПРА АЎТАРАЎ** ..... 96

---



---

# CONTENTS

## M A T H E M A T I C S

<b>Mekhovich A.P.</b> On Stone Lattices of Partially Composition Formations.....	5
--	---

## B I O L O G Y

<b>Zhernosekov D.D., Pavlova E.E., Litenkova A.A., Shikunets A.B.</b> Selection of Conditions for Surface and Deep Cultivation of Industrial Strain of <i>Pleurotus Ostreatus</i> in order to Obtain a Milk-Clotting Enzyme .....	11
<b>Golubev D.S.</b> Comparative Histological Structure of Enlarged and Regular Intestinal Parts of Medium and Large Commercial Size Hybrid Breed Carp .....	17
<b>Dorofeyev S.A., Shavrova E.V.</b> Space Structure and Trophy Specialization of Dendrophile Birds of Belarusian Poozeriye (Lake District) Pine Forests .....	24
<b>Doroshenko Ye.M., Balayeva-Tikhomirova O.M.</b> Study of the Spectrum of Free Amino Acids of Blood Serum and Liver with High Performance Liquid Chromatography .....	30
<b>Golubev D.S., Karelin D.F., Radchenko S.L.</b> Features of Histological Structure of Extended and Border Intestinal Parts of Medium and Large Size Commercial Hybrid Rock Carp .....	37
<b>Yakhnovets M.N.</b> Floristic Composition and Structure of Plant Communities in Belarusian Polesiye with Different Degree of <i>Robinia pseudoacacia</i> Influence .....	44

## P E D A G O G Y

<b>Arshanski Ye.Ya., Belokhvostov A.A., Borisevich I.S., Narushevich V.N., Tolkacheva T.A.</b> Integration Model of Teaching General Chemistry and Physics on the Basis of Content Relations and Common Methodological Approaches .....	52
<b>Kazimirov E.P.</b> The Efficiency of Using Circular Training Method in the Sport Type Wrestling Training Process at University Sports Departments .....	62
<b>Matiushkova S.D., Tubolets S.G.</b> Self-image of Modern Youth in the Context of Gender Identity .....	68
<b>Pitkevich E.S., Shatski G.B., Shpak V.G., Prokhozhi S.A.</b> Individual Body Reaction to a Single Exhausting Physical Activity .....	74
<b>Parfenova N.N.</b> Educational Process at Medical Education Establishments of Belarus in the late 10th – early 20th Centuries .....	78
<b>Belaya E.V., Sologub N.S., Shersten M.O., Talerova O.G., Bobrovskaya K.G.</b> The Role of the Integrated Optional Course of Human Health Genetic Factors in Shaping Student Health Preservation and STEAM Competencies .....	85

## IN MEMORY OF A COLLEAGUE

<b>Arshanski Ye.Ya., Narushevich V.N., Chubarov S.V.</b> In Memory of the Scientist, Teacher, Patriot and our Teacher V.S. Konyushko .....	94
--	----

<b>INFORMATION ABOUT THE AUTHORS</b> .....	96
--	----



# МАТЭМАТЫКА

УДК 512.542

## О СТОУНОВЫХ РЕШЕТКАХ ЧАСТИЧНО КОМПОЗИЦИОННЫХ ФОРМАЦИЙ

А.П. Мехович

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

Все рассматриваемые в данной работе группы предполагаются конечными. Класс групп  $\mathcal{F}$  называется формацией, если он замкнут относительно гомоморфных образов и конечных подпрямых произведений.

Пусть  $L$  – решетка с нулем. Тогда элемент  $a^*$  называется псевдодополнением элемента  $a$  ( $\in L$ ), если  $a \wedge a^* = 0$  и  $a \wedge x = 0$  влечет за собой  $x \leq a^*$ . Решеткой с псевдодополнениями называется решетка с нулем, в которой каждый элемент имеет псевдодополнение. Дистрибутивная решетка  $L$  с псевдодополнениями называется стоуновой, если она удовлетворяет стоунову тождеству

$$a^* \vee (a^*)^* = 1$$

для любого  $a \in L$ .

Цель работы – найти условия, при которых решетка частично композиционных формаций является стоуновой.

**Материал и методы.** Используются терминология и методы исследования классов конечных групп, а также теории решеток.

**Результаты и их обсуждение.** Доказано, что решетка всех  $\omega$ -композиционных подформаций  $\omega$ -композиционной формации  $\mathcal{F}$  стоунова тогда и только тогда, когда  $\mathcal{F} \subseteq \mathcal{X}$ .

**Заключение.** В настоящей работе определены условия, при которых решетка всех  $\omega$ -композиционных подформаций  $\omega$ -композиционной формации  $\mathcal{F}$  является стоуновой.

**Ключевые слова:** конечная группа, формация групп, подформация, дополняемая подформация,  $\omega$ -композиционная формация групп, псевдодополнение, решетка, решетка формаций, атом решетки.

## ON STONE LATTICES OF PARTIALLY COMPOSITION FORMATIONS

A.P. Mekhovich

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

All groups considered in the paper are supposed to be finite. The class of group  $\mathcal{F}$  is called a formation if it is closed concerning homomorphic images and finite subdirect products.

Let  $L$  be a lattice with a nil. Then an element  $a^*$  is called pseudocomplement to an element  $a$  ( $\in L$ ), if from  $a \wedge a^* = 0$  and  $a \wedge x = 0$  it follows that  $x \leq a^*$ . A lattice with pseudocomplements is a lattice with the nil in which each element has a pseudocomplement. The distributive lattice  $L$  with pseudocomplements is called Stone one if it satisfies Stone identity

$$a^* \vee (a^*)^* = I$$

for any  $a \in L$ .

The purpose of the paper is to find conditions under which the lattice of partially composition formations is the Stone one.

**Material and methods.** Terminology and methods of studying classes of finite groups are used as well as theories of lattices.

**Findings and their discussion.** It is proved that the lattice of all  $\omega$ -composition subformations of  $\omega$ -composition formation  $\mathfrak{F}$  is the Stone one when and only when  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{R}$ .

**Conclusion.** Conditions are identified in the paper under which the lattice of all  $\omega$ -compositional subformations of  $\omega$ -composition formation  $\mathfrak{F}$  is the Stone one.

**Key words:** finite group, formation of groups, subformation, complemented subformation,  $\omega$ -composition formation of groups, pseudocomplemented, lattice, lattice of formations, atom of the lattice.

**В**се рассматриваемые в данной работе группы предполагаются конечными. Используется стандартная терминология [1–4].

Напомним, что класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *формацией*, если он замкнут относительно гомоморфных образов и конечных подпрямых произведений, т.е. класс групп, удовлетворяющий следующим условиям:

- 1) если  $G \in \mathfrak{F}$  и  $N \triangleleft G$ , то  $G/N \in \mathfrak{F}$ ;
- 2) если  $G/N_1 \in \mathfrak{F}$  и  $G/N_2 \in \mathfrak{F}$ , то  $G/(N_1 \cap N_2) \in \mathfrak{F}$ .

Изучение решеток формаций конечных групп было начато в 1986 г. А.Н. Скибой в работе, где была установлена модулярность решетки всех формаций, а также модулярность решетки всех насыщенных формаций. Данные результаты получили развитие в различных направлениях. Одним из них является доказательство стоуновости решеток классов групп. В 2007 г. А.Н. Скибой и Н.Н. Воробьевым доказана стоуновость решетки  $n$ -кратно локальных и тотально локальных классов Фиттинга, в 2008 г. Н.Н. Воробьевым – стоуновость решетки  $n$ -кратно насыщенных и тотально насыщенных формаций, в 2012 г. Н.Н. Воробьевым, А.П. Меховичем – стоуновость решетки  $\tau$ -замкнутых  $n$ -кратно насыщенных формаций, в 2017 г. Н.Н. Воробьевым и А.И. Титовой – стоуновость решетки  $n$ -кратно  $\omega$ -локальных и тотально  $\omega$ -локальных классов Фиттинга, в 2020 г. О.В. Камозиной – стоуновость решетки  $n$ -кратно  $\Omega$ -канонических классов Фиттинга.

В настоящей работе доказан аналог вышеуказанных результатов в теории частично композиционных формаций.

**Материал и методы.** Используются терминология и методы исследования классов конечных групп, а также теории решеток.

Цель работы – найти условия, при которых решетка частично композиционных формаций является стоуновой.

**Результаты и их обсуждение.** В дальнейшем символ  $\omega$  обозначает некоторое непустое множество простых чисел,  $\omega' = \mathbf{P} \setminus \omega$ . Через  $\pi(G)$  обозначено множество всех различных простых делителей порядка группы  $G$ ,  $\pi(\mathfrak{X})$  – объединение множеств  $\pi(G)$  для всех групп  $G$  из совокупности групп  $\mathfrak{X}$ . Символами  $R_\omega(G)$ ,  $C^p(G)$  обозначаются соответственно наибольшая нормальная разрешимая  $\omega$ -подгруппа группы  $G$  и пересечение централизаторов всех тех главных факторов группы  $G$ , у которых композиционные факторы имеют простой порядок  $p$ . Через  $\mathfrak{N}$ ,  $\mathfrak{N}_p$ ,  $\text{Com}(\mathfrak{X})$  обозначают соответственно класс всех нильпотентных групп, класс всех  $p$ -групп и класс всех простых абелевых групп  $A$  таких, что  $A \cong H/K$  для некоторого композиционного фактора  $H/K$  группы  $G \in \mathfrak{X}$ .

Пусть  $f$  – произвольная функция вида

$$f: \omega \cup \{\omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}. \quad (*)$$

Следуя [4], сопоставим функции  $f$  вида (\*) класс групп

$$CF_\omega(f) = (G \mid G/R_\omega(G) \in f(\omega') \text{ и } G/C^p(G) \in f(p) \text{ для всех } p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(G))).$$

Для любой функции  $f$  вида (\*) класс  $CF_\omega(f)$  является формацией. Если формация  $\mathfrak{F}$  такова, что  $\mathfrak{F} = CF_\omega(f)$  для некоторой функции  $f$  вида (\*), то  $\mathfrak{F}$  называется  *$\omega$ -композиционной формацией с  $\omega$ -композиционным спутником  $f$*  [4]. Если  $\omega = \mathbf{P}$ , то  $\omega$ -композиционная формация называется *композиционной формацией*.  $\omega$ -Композиционный спутник  $f$  формации  $\mathfrak{F}$  называется *внутренним*, если каждое его значение является подформацией формации  $\mathfrak{F}$ .

Пусть  $\mathfrak{X}$  – произвольная непустая совокупность групп. Пересечение всех формаций, содержащих  $\mathfrak{X}$ , обозначают  $\text{form } \mathfrak{X}$  и называют *формацией, порожденной  $\mathfrak{X}$* . В частности, пишут  $\text{form } G$  в случае, когда  $\mathfrak{X} = \{G\}$ . Всякая формация такого вида называется *однопорожденной формацией* (см. [1]).

Для доказательства основного результата нам потребуются следующие леммы.

**Лемма 1** (лемма 1.2.22 [1]). *Для любой совокупности групп  $\mathfrak{X}$  справедливо равенство*

$$\text{form } \mathfrak{X} = \text{QR}_0(\mathfrak{X}).$$

**Лемма 2** (лемма 2.4 [3]). *Справедливо равенство  $\text{QR}_0\text{Q} = \text{QR}_0$ .*

Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *полуформацией*, если  $\mathfrak{F} = \text{Q}\mathfrak{F}$  [1].

**Лемма 3** (лемма 1.2.21 [1]). *Пусть  $\mathfrak{F}$  – полуформация, порожденная совокупностью групп  $\mathfrak{X}$ . Тогда  $\mathfrak{F} = \text{Q}(\mathfrak{X})$ .*

**Лемма 4** (лемма 4.7.1 [5]). *Пусть  $A$  – монолитическая группа с неабелевым монолитом  $R$ ,  $\mathfrak{M}$  – некоторая полуформация и  $A \in c_\omega \text{form } \mathfrak{M}$ . Тогда  $A \in \mathfrak{M}$ .*

Если  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -композиционная формация, то символом  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  обозначают решетку всех  $\omega$ -композиционных подформаций  $\omega$ -композиционной формации  $\mathfrak{F}$ . Через  $c_\omega$  обозначают решетку всех  $\omega$ -композиционных формаций.

Элемент  $a$  решетки  $L$  с нулем называется *атомом*, если для любого  $x \in L$  из  $0 < x \leq a$  следует, что  $x = a$  (см., например, [6]).

**Лемма 5.** *Пусть  $\mathfrak{F} = c_\omega \text{form } G$  – однопорожденная  $\omega$ -композиционная формация. Тогда у решетки  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  имеется лишь конечное число атомов.*

**Доказательство.** Пусть  $\mathfrak{M}$  – атом решетки  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$ . Тогда  $\mathfrak{M} = c_\omega \text{form } A$  для некоторой простой группы  $A$ . Пусть  $A$  – неабелева группа. Так как  $\mathfrak{M} \subseteq \mathfrak{F}$ , то  $A \in \mathfrak{F} = c_\omega \text{form } G$ . Тогда согласно лемме 1,

$$c_\omega \text{form } (G) = c_\omega \text{form}(\text{form } (G)) = c_\omega \text{form}(\text{QR}_0(G)).$$

В силу леммы 2

$$\begin{aligned} c_\omega \text{form}(\text{QR}_0(G)) &= c_\omega \text{form}(\text{QR}_0\text{Q}(G)) = \\ &= c_\omega \text{form}(\text{Q}(\text{R}_0\text{Q}(G))) = c_\omega \text{form}(\text{Q}(\text{R}_0(\text{Q}(G)))) = \\ &= c_\omega \text{form}(\text{Q}(\text{R}_0\mathfrak{F})) = c_\omega \text{form}(\text{QR}_0\mathfrak{F}), \end{aligned}$$

где, согласно лемме 3,  $\mathfrak{F} = \text{Q}(G)$  – полуформация, порожденная группой  $G$ . Ввиду леммы 1 имеет место равенство

$$c_\omega \text{form}(\text{QR}_0\mathfrak{F}) = c_\omega \text{form}(\text{form } \mathfrak{F}) = c_\omega \text{form } \mathfrak{F}.$$

Итак,  $A \in c_\omega \text{form } \mathfrak{F}$ . Поскольку  $A$  – простая группа, то  $A$  – монолитическая группа с неабелевым монолитом  $\text{Soc}(A) = A$ . Следовательно, по лемме 4  $A \in \mathfrak{F} = \text{Q}(G)$ . Это означает, что в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  имеется лишь конечное число неразрешимых атомов.

Пусть  $|A| = p$  – простое число, где  $p \in \pi = \pi(G)$ . Заметим, что класс всех  $\pi$ -групп  $\mathfrak{E}_\pi$  является  $\omega$ -композиционной формацией (см., например, [7] теорема 5). Поэтому из  $A \in \mathfrak{E}_\pi$  следует

$$\mathfrak{M} = c_\omega \text{form } A \subseteq \mathfrak{E}_\pi.$$

Но  $\pi$  – конечное множество. Поэтому в  $\mathfrak{E}_\pi$  имеется лишь конечное число  $\omega$ -композиционных подформаций, порожденных простой группой  $A$  порядка  $p \in \pi = \pi(G)$ . Это означает, что в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  имеется лишь конечное число разрешимых атомов. Лемма доказана.

**Лемма 6** (теорема 3.1 [8]). *Решетка всех  $\tau$ -замкнутых  $n$ -кратно  $\omega$ -композиционных формаций алгебраична и модулярна.*

Непосредственно из леммы 6 вытекает

**Лемма 7.** *Любая  $\omega$ -композиционная формация есть решеточное объединение своих однопорожденных  $\omega$ -композиционных подформаций.*

Следующая лемма дает способ построения минимального  $c_\omega^{n-1}$ -значного спутника формации  $\mathfrak{F} = c_\omega^n \text{form } \mathfrak{X}$ .



**Лемма 8** (следствие 1.6.11 [5]). Пусть  $\mathfrak{X}$  – непустая совокупность групп,  $\mathfrak{F} = c_\omega^n \text{form } \mathfrak{X}$ , где  $n \geq 1$ ,  $\pi = \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{X}))$ , и пусть  $f$  – минимальный  $c_\omega^{n-1}$ -значный  $\omega$ -композиционный спутник формации  $\mathfrak{F}$ . Тогда справедливы следующие утверждения:

- 1)  $f(\omega') = c_\omega^{n-1} \text{form}(G / R_\omega(G) \mid G \in \mathfrak{X})$ ;
- 2)  $f(p) = c_\omega^{n-1} \text{form}(G / C^p(G) \mid G \in \mathfrak{X})$  для всех  $p \in \pi$ ;
- 3)  $f(p) = \emptyset$  для всех  $p \in \omega \setminus \pi$ ;
- 4) если  $\mathfrak{F} = CF_p(h)$  и спутник  $h$   $c_\omega^{n-1}$ -значен, то для всех  $p \in \pi$  имеют место

$$f(p) = c_\omega^{n-1} \text{form}(A \mid A \in h(p) \cap \mathfrak{F}, O_p(A) = 1)$$

и

$$f(\omega') = c_\omega^{n-1} \text{form}(A \mid A \in h(\omega') \cap \mathfrak{F}, R_\omega(A) = 1).$$

Для произвольной совокупности групп  $\mathfrak{X}$  и простого числа  $p$  полагают (см. [5])

$$\mathfrak{X}(C^p) = \begin{cases} \text{form}(G / C^p \mid G \in \mathfrak{X}), & \text{если } p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{X})), \\ \emptyset, & \text{если } p \in \mathbf{P} \setminus (\omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{X}))). \end{cases}$$

Если  $\mathfrak{F} = CF_\omega(F)$ , где  $F(\omega') = \mathfrak{F}$  и  $F(p) = \mathfrak{N}_p \mathfrak{F}(C^p)$  для всех  $p \in \omega$ , то спутник  $F$  называется каноническим  $\omega$ -композиционным спутником формации  $\mathfrak{F}$ . Если  $\mathfrak{F} = CF_\omega(F)$  и  $f$  – произвольный внутренний  $\omega$ -композиционный спутник формации  $\mathfrak{F}$ , то  $f \leq F$  (см. [5] замечание 1.2.39).

**Лемма 9** (замечание 1 [4]). Любая  $\omega$ -композиционная формация обладает каноническим  $\omega$ -композиционным спутником.

Пусть  $\{\mathfrak{F}_i \mid i \in I\}$  – произвольная система непустых классов групп такая, что для любых двух различных  $i, j \in I$  имеет место  $\mathfrak{F}_i \cap \mathfrak{F}_j = (1)$ . Символом  $\bigotimes_{i \in I} \mathfrak{F}_i$  обозначают [1] класс всех групп вида  $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_t$ , где  $A_1 \in \mathfrak{F}_{i_1}$ ,  $A_2 \in \mathfrak{F}_{i_2}$ , ...,  $A_t \in \mathfrak{F}_{i_t}$  для некоторых  $i_1, i_2, \dots, i_t \in I$ .

Напомним, что подформация  $\mathfrak{M}$  формации  $\mathfrak{F}$  называется дополняемой в  $\mathfrak{F}$  [9], если  $\mathfrak{M}$  дополняема в решетке подформаций формации  $\mathfrak{F}$ , т.е. если в  $\mathfrak{F}$  имеется такая подформация  $\mathfrak{H}$  (дополнение к  $\mathfrak{M}$  в  $\mathfrak{F}$ ), что

$$\mathfrak{F} = \text{form}(\mathfrak{M} \cup \mathfrak{H}) \text{ и } \mathfrak{M} \cap \mathfrak{H} = (1).$$

**Лемма 10** (теорема 4.3.2 [1]). Пусть  $\mathfrak{M}$  – непустая подформация формации  $\mathfrak{F}$ . Тогда если  $\mathfrak{H}$  – дополнение  $\mathfrak{M}$  к  $\mathfrak{F}$ , то  $\mathfrak{F} = \mathfrak{M} \otimes \mathfrak{H}$ .

**Лемма 11** (теорема [10]). Пусть  $\mathfrak{F} = \mathfrak{M} \otimes \mathfrak{H}$  для некоторых формаций  $\mathfrak{M}$  и  $\mathfrak{H}$  таких, что  $\pi(\mathfrak{M}) \cap \pi(\mathfrak{H}) = \emptyset$ . Тогда формация  $\mathfrak{F}$   $\omega$ -композиционна в том и только в том случае, когда  $\omega$ -композиционна каждая из формаций  $\mathfrak{M}$  и  $\mathfrak{H}$ .

**Лемма 12** (лемма 4.3.4 [1]). Пусть  $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_1 \otimes \mathfrak{F}_2$  и  $\mathfrak{M}$  – непустая подформация формации  $\mathfrak{F}$ . Тогда  $\mathfrak{M} = (\mathfrak{M} \cap \mathfrak{F}_1) \otimes (\mathfrak{M} \cap \mathfrak{F}_2)$ .

Для  $\omega$ -композиционных формаций  $\mathfrak{M}$  и  $\mathfrak{H}$  полагают

$$\mathfrak{M} \vee_\omega \mathfrak{H} = c_\omega \text{form}(\mathfrak{M} \cup \mathfrak{H}).$$

**Лемма 13.** Пусть  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -композиционная формация. Тогда если формация  $\mathfrak{N}_p$  дополняема в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  для каждого  $p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{F}))$ , то  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{N}$ .

**Д о к а з а т е л ь с т в о.** По лемме 7 любая  $\omega$ -композиционная формация есть объединение (в решетке  $c_\omega$ ) своих однопорожжденных  $\omega$ -композиционных подформаций, т.е.

$$\mathfrak{F} = c_\omega \text{form}(\cup_{G \in \mathfrak{F}} c_\omega \text{form } G).$$

Значит, для доказательства леммы достаточно показать, что она справедлива для любой однопорожжденной  $\omega$ -композиционной подформации  $\mathfrak{M}$  из  $\mathfrak{F}$ .

По лемме 8 в случае  $n = 1$  формация  $\mathfrak{M}$  обладает минимальным  $\omega$ -композиционным спутником  $m$ . Тогда если  $p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{M}))$ , то в силу леммы 9 любая  $\omega$ -композиционная формация обладает каноническим  $\omega$ -композиционным спутником. Это означает, что выполняется

$$\mathfrak{N}_p \subseteq \mathfrak{N}, m(p) = M(p) \subseteq \mathfrak{M},$$

где  $M$  – канонический  $\omega$ -композиционный спутник формации  $\mathfrak{M}$ . Покажем, что подформация  $\mathfrak{N}_p$  дополняема в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M})$ . Нулем этой решетки является формация единичных групп, единицей – формация  $\mathfrak{M}$ . По условию теоремы в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  найдется дополнение  $\mathfrak{H}$  к  $\mathfrak{N}_p$ . Нулем решетки  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  является формация (1), единицей – формация  $\mathfrak{F}$ . Тогда

$$\mathfrak{F} = c_\omega \text{form}(\mathfrak{N}_p \cup \mathfrak{H}) = \mathfrak{N}_p \vee_\omega \mathfrak{H} \text{ и } \mathfrak{N}_p \wedge \mathfrak{H} = (1).$$

Согласно леммам 10 и 11

$$\mathfrak{F} = \mathfrak{N}_p \otimes \mathfrak{H}$$

и формации  $\mathfrak{N}_p$  и  $\mathfrak{H}$  являются  $\omega$ -композиционными. Поэтому по лемме 12

$$\begin{aligned} \mathfrak{M} &= \mathfrak{M} \wedge \mathfrak{F} = \mathfrak{M} \wedge (\mathfrak{N}_p \otimes \mathfrak{H}) = \\ &= (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{N}_p) \otimes (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}) = \mathfrak{N}_p \otimes (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}) = \\ &= \mathfrak{N}_p \vee_\omega (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}). \end{aligned}$$

Поскольку  $\mathfrak{N}_p \wedge \mathfrak{H} = (1)$ , то

$$\mathfrak{N}_p \wedge (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}) = (1).$$

Следовательно,  $(\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})$  – дополнение к  $\mathfrak{N}_p$  в  $\mathfrak{M}$ , т.е. формация  $\mathfrak{N}_p$  дополняема в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M})$ .

Покажем теперь, что  $\mathfrak{M} \subseteq \mathfrak{N}$ . Согласно лемме 5 в  $\mathfrak{M}$  имеется лишь конечное число подформаций, являющихся атомами решетки  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M})$ . Пусть число атомов решетки  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M})$  равно  $k$ . Проведем индукцию по  $k$ . Согласно леммам 10 и 11

$$\mathfrak{M} = \mathfrak{N}_p \otimes (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})$$

и формация  $\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}$  является  $\omega$ -композиционной. Заметим, что поскольку один из атомов  $\mathfrak{N}_p$  решетки  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M})$  не содержится в  $\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}$ , то в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})$  число атомов меньше, чем  $k$ .

Если  $k = 1$ , то в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M})$  имеется лишь один атом. Но в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})$  атомов меньше  $k = 1$ , т.е. в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})$  нет атомов. Последнее возможно лишь в случае, когда  $\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H} = (1)$ . Поэтому

$$\mathfrak{M} = \mathfrak{N}_p \otimes (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}) = \text{form}(\mathfrak{N}_p \cup (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})) = \text{form} \mathfrak{N}_p = \mathfrak{N}_p.$$

Следовательно, любая группа из  $\mathfrak{M}$  нильпотентна, т.е.  $\mathfrak{M} \subseteq \mathfrak{N}$ .

Предположим теперь, что  $k > 1$  и утверждение теоремы верно для всех  $\omega$ -композиционных формаций, у которых решетка  $\omega$ -композиционных подформаций имеет число атомов меньше, чем  $k$ . В этом случае утверждение для формации  $\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}$  верно по индукции. Но  $\mathfrak{M} = \mathfrak{N}_p \otimes (\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H})$ . Поэтому каждая группа  $G$  из  $\mathfrak{M}$  имеет вид:

$$G = A \times B,$$

где  $A \in \mathfrak{N}_p$ ,  $B \in \mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H}$ . Значит, утверждение леммы выполняется для однопородненной формации  $\mathfrak{M}$ . Итак, утверждение леммы выполняется и для формации  $\mathfrak{F} = c_\omega \text{form}(\cup_{G \in \mathfrak{F}} c_\omega \text{form} G)$ , т.е.  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{N}$ . Лемма доказана.

**Теорема.** Пусть  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -композиционная формация. Тогда и только тогда решетка  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  стоунова, когда  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{N}$ .

**Доказательство.** Пусть  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -композиционная формация. Допустим, что  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$  – стоунова решетка. Заметим, что для каждой  $\omega$ -композиционной подформации  $\mathfrak{M}$  формации  $\mathfrak{F}$  формация  $\mathfrak{M}^* = \mathfrak{F} \cap \mathfrak{U}_\pi$  является псевдодополнением элемента  $\mathfrak{M}$  в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$ , где  $\pi = \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{M}))$ .

Действительно, если  $\mathfrak{H}$  –  $\omega$ -композиционная подформация формации  $\mathfrak{F}$ , то  $\mathfrak{M} \wedge \mathfrak{H} = (1)$  тогда и только тогда, когда  $\pi \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{H})) = \emptyset$ . Значит,  $\mathfrak{H} \subseteq \mathfrak{F} \cap \mathfrak{U}_\pi$ . Поэтому класс  $\mathfrak{F} \cap \mathfrak{U}_\pi$  является псевдодополнением элемента  $\mathfrak{M}$  в решетке  $L_{c_\omega}(\mathfrak{F})$ .

По лемме 8 формация  $\mathfrak{F}$  обладает минимальным  $\omega$ -композиционным спутником  $f$ . Тогда если  $p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{F}))$ , то в силу леммы 9  $\mathfrak{F}$  обладает каноническим  $\omega$ -композиционным спутником  $F$

таким, что  $F(p) = \mathfrak{N}_p f(p)$ . Так как  $\omega$ -композиционный спутник  $F$  является внутренним, то  $F(p) \subseteq \mathfrak{F}$ . Поскольку класс  $\mathfrak{N}_p$  является формацией, то  $\mathfrak{N}_p \subseteq \mathfrak{N}_p f(p)$ . Следовательно,  $\mathfrak{N}_p \subseteq \mathfrak{F}$ . По доказанному выше  $\mathfrak{N}_p^* = \mathfrak{F} \cap \mathfrak{G}_\pi$  – псевдодополнение элемента  $\mathfrak{N}_p$  в решетке  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$ ,  $p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{F}))$ . Заметим, что  $(\mathfrak{N}_p^*)^* = \mathfrak{N}_p$  – псевдодополнение элемента  $\mathfrak{F} \cap \mathfrak{G}_\pi$  в решетке  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$ ,  $p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{F}))$ . Вместе с тем, согласно нашему допущению,  $\mathfrak{F} = \mathfrak{N}_p^* \vee_\omega (\mathfrak{N}_p^*)^* = (\mathfrak{F} \cap \mathfrak{G}_\pi) \vee_\omega \mathfrak{N}_p$ .

Следовательно, для каждого  $p \in \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{F}))$  формация  $\mathfrak{N}_p$  дополняема в решетке  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$ . Применяя теперь лемму 13, видим, что  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{N}$ .

Пусть теперь  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{N}$  и  $\mathfrak{M}$  –  $\omega$ -композиционная подформация формации  $\mathfrak{F}$ ,  $\pi = \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{F}))$ ,  $\pi_1 = \omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{M}))$ ,  $\pi_2 = \omega \cap (\pi \setminus \pi_1)$ . Если  $\pi = \pi_1$ , то  $\mathfrak{F} = \mathfrak{M}$ . Легко видеть, что в этом случае (1) – дополнение элемента  $\mathfrak{M}$  в решетке  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$ . Если же  $\pi_1 \subset \pi$ , то  $\mathfrak{N}_{\pi_2}$  – дополнение элемента  $\mathfrak{M}$  в решетке  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$ .

Итак,  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$  – решетка с дополнениями. Согласно следствию 1 из [11] она является булевой. Значит, решетка  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$  дистрибутивна.

Покажем, что дополнение  $\mathfrak{M}^* = \mathfrak{N}_{\pi_2}$  является псевдодополнением к  $\mathfrak{M}$  в  $\mathfrak{F}$ . Так как  $\pi_1 \cap \pi_2 = \emptyset$ , то  $\mathfrak{M} \cap \mathfrak{N}_{\pi_2} = (1)$ . Если  $\mathfrak{H}_1$  –  $\omega$ -композиционная подформация формации  $\mathfrak{F}$ , то  $\mathfrak{H}_1 \cap \mathfrak{M} = (1)$  тогда и только тогда, когда  $\omega \cap \pi(\text{Com}(\mathfrak{H}_1)) \cap \pi_1 = \emptyset$ . Последнее означает, что  $\mathfrak{H}_1 \subseteq \mathfrak{N}_{\pi_2}$ . Отметим, что  $(\mathfrak{M}^*)^* = \mathfrak{M}$  является псевдодополнением к  $\mathfrak{N}_{\pi_2}$  в  $\mathfrak{F}$ . Более того,  $\mathfrak{M}^* \vee_\omega (\mathfrak{M}^*)^* = \mathfrak{N}_{\pi_2} \vee_\omega \mathfrak{M} = \mathfrak{F}$ . Следовательно,  $L_{C_\omega}(\mathfrak{F})$  – стоунова решетка. Теорема доказана.

В случае  $\omega = \mathbf{P}$  получаем

**Следствие.** Пусть  $\mathfrak{F}$  – композиционная формация. Тогда и только тогда решетка  $L(\mathfrak{F})$  стоунова, когда  $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{N}$ .

**Заключение.** В настоящей работе определены условия, при которых решетка частично композиционных формаций является стоуновой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скиба, А.Н. Алгебра формаций / А.Н. Скиба. – Минск: Беларуская навука, 1997. – 240 с.
2. Doerk, K. Finite soluble groups. De Gruyter Expo. Math., 4 / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–New York: Walter de Gruyter & Co., 1992. – 891 p.
3. Шеметков, Л.А. Формации конечных групп / Л.А. Шеметков. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. – 272 с. – (Соврем. алгебра).
4. Скиба, А.Н. Кратно  $\mathfrak{F}$ -композиционные формации конечных групп / А.Н. Скиба, Л.А. Шеметков // Украинский матем. журн. – 2000. – Т. 52, № 6. – С. 783–797.
5. Воробьев, Н.Н. Алгебра классов конечных групп: монография / Н.Н. Воробьев. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2012. – 322 с.
6. Владимиров, Д.А. Булевы алгебры / Д.А. Владимиров. – М.: Наука, 1969. – 320 с.
7. Близнац, И.В. О некоторых типах критических формаций / И.В. Близнац // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2008. – № 2(47). – С. 20–24.
8. Воробьев Н.Н. О модулярности решетки  $\tau$ -замкнутых  $n$ -кратно  $\omega$ -композиционных формаций / Н.Н. Воробьев, А.А. Царев // Украинский математический журнал. – 2010. – Т. 62, № 4. – С. 453–463.
9. Скиба, А.Н. О формациях с заданными системами подформаций / А.Н. Скиба // Подгрупповое строение конечных групп: тр. Гомел. семинара / Ин-т математики АН БССР; под ред. В.С. Монахова. – Минск, 1981. – С. 155–180.
10. Воробьев, Н.Н. Прямые разложения  $n$ -кратно  $\omega$ -композиционных формаций / Н.Н. Воробьев, А.П. Мехович // Доклады НАН Беларуси. – 2012. – Т. 56, № 1. – С. 26–29.
11. Zhiznevsky, P. On  $\tau$ -closed  $n$ -multiply  $\omega$ -composition formations with Boolean sublattices / P. Zhiznevsky // Algebra and Discrete Mathematics. – 2010. – Vol. 10, № 2, pp. 118–127.

#### REFERENCES

1. Skiba A.N. *Algebra formatsiy* [Algebra of Formations], Minsk: Belaruskaya navuka, 1997, 240 p.
2. Doerk K. Finite soluble groups. De Gruyter Expo. Math., 4 / K. Doerk, T. Hawkes. – Berlin–New York: Walter de Gruyter & Co., 1992, 891 p.
3. Shemetkov L.A. *Formatsii konechnykh grupp* [Formations of Finite Groups], Moscow: Nauka, 1978, 272 p.
4. Skiba A.N., Shemetkov L.A. *Ukrainskiy matem. zhurn.* [Ukrainian Mathematical Journal], 2000, 52(6), pp. 783–797.
5. Vorobeyev N.N. *Algebra klassov konechnykh grupp: monografiya* [Algebra of Classes of Finite Groups: Monograph], Vitebsk: VGU, 2012, 322 p.
6. Vladimirov D.A. *Bulevy algebrы* [Boolean Algebras], Moscow: Nauka, 1969, 320 p.
7. Bliznets I.V. *Izvestiya Gmel. gos. un-ta im. F. Skaryny* [Journal of Gomel State University], 2008, 2(47), pp. 20–24.
8. Vorobeyev N.N., Tsarev A.A. *Ukrainskiy matem. zhurnal* [Ukrainian Mathematical Journal], 2010, 62(4), pp. 453–463.
9. Skiba, A.N. *Podgruppovoye stroyeniye konechnykh grupp: Trudy Gomelskogo seminar* [Subgroup Structure of Finite Groups: Proceedings of Gomel Seminar / Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the BSSR], Minsk, 1981, pp. 155–180.
10. Vorobeyev N.N., Mekhovich A.P. *Doklady NAN Belarusi* [Reports of the National Academy of Sciences of Belarus], 2012, 56(1), pp. 26–29.
11. Zhiznevsky, P. On  $\tau$ -closed  $n$ -multiply  $\omega$ -composition formations with Boolean sublattices, *Algebra and Discrete Mathematics*, 2010, 10(2), pp. 118–127.

Поступила в редакцию 16.10.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: mekhovichap@vsu.by – Мехович А.П.



# БІЯЛОГІЯ

УДК 582.282.31+57.083.132+577.151.45

## ПОДБОР УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО И ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ШТАММА *PLEUROTUS OSTREATUS* С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩЕГО ФЕРМЕНТА

Д.Д. Жерносеков\*, Е.Е. Павлова\*, А.А. Литенкова\*, А.Б. Шикунец\*\*

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

\*\*Учреждение образования «Полесский государственный университет»

*Получение эффективных отечественных ферментных препаратов для молочной промышленности, способных заменить дорогостоящие импортные аналоги, является актуальной задачей, стоящей перед Республикой Беларусь. Для приготовления большей части сыров используется сычужный (молокосвертывающий) фермент или его аналоги. В последнее время появились данные о применении грибов рода *Pleurotus* для получения молокосвертывающего фермента.*

*Цель статьи – подобрать условия поверхностного и глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462 с целью получения молокосвертывающего фермента.*

**Материал и методы.** *В работе был использован промышленный штамм *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462 (он любезно предоставлен С.А. Коваленко, заведующей сектором пищевых и лекарственных ресурсов леса государственного научного учреждения «Институт леса НАН Беларуси»). Питательные среды готовились на кафедре фундаментальной и прикладной биологии. Винассированный жом предоставлен Слуцким сахарорафинадным комбинатом.*

**Результаты и их обсуждение.** *Предложены оптимальные среды для поверхностного и глубинного культивирования *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462 с целью получения молокосвертывающего фермента. Оптимизирована методика для определения активности молокосвертывающего фермента из промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462. Показана целесообразность использования винассированного жома в качестве альтернативного источника углерода при глубинном культивировании грибов рода *Pleurotus*.*

**Заключение.** *Среда Мурациге–Скуга может быть применена на этапе поверхностного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462. Наиболее эффективными средами для глубинного культивирования являются среда Чапека–Докса с винассированным жомом в качестве источника углерода и картофельно-сахарозная среда.*

**Ключевые слова:** *ксилотрофный гриб *Pleurotus ostreatus*, поверхностное и глубинное культивирование, молокосвертывающий фермент.*

# SELECTION OF CONDITIONS FOR SURFACE AND DEEP CULTIVATION OF INDUSTRIAL STRAIN OF *PLEUROTUS OSTREATUS* IN ORDER TO OBTAIN A MILK-CLOTTING ENZYME

D.D. Zhernosekov\*, E.E. Pavlova\*, A.A. Litenkova\*, A.B. Shikunets\*\*

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

\*\*Education Establishment "Polesky State University"

*Obtaining effective enzyme preparations for the dairy industry that can replace expensive imported analogues is an urgent task facing the Republic of Belarus. In making most cheeses, rennet (milk-clotting) enzyme or its analogues is used. Recently, data have appeared concerning the usage of fungi *Pleurotus* for the production of a milk-clotting enzyme.*

*The purpose of the article is to select the conditions for surface and deep cultivation of the industrial strain *Pleurotus ostreatus x floridanus* 462 in order to obtain a milk-clotting enzyme.*

**Material and methods.** *The industrial strain *Pleurotus ostreatus x floridanus* 462 was used in the work. The strain was kindly provided by S.A. Kovalenko the Head of Sector of Food and Medicinal Forest Resources of the State Scientific Institution "Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus". Nutrient culture media were prepared at the Department of Fundamental and Applied Biology. The vinified pulp was provided by Slutsk Sugar Refinery.*

**Findings and their discussion.** *Optimal nutrient culture media for surface and deep cultivation of *Pleurotus ostreatus x floridanus* 462 were identified in order to obtain a milk-clotting enzyme. The method for identifying the activity of the milk-clotting enzyme from the industrial strain *Pleurotus ostreatus x floridanus* 462 has been optimized. The use of vinified pulp as an alternative source of carbon in deep cultivation of *Pleurotus* fungi was substantiated.*

**Conclusion.** *Murashige–Skoog medium can be used at the stage of surface cultivation of the industrial strain of *Pleurotus ostreatus x floridanus* 462. The most effective media for deep cultivation are Czapek–Dox medium with vinified beet pulp as a carbon source and potato-sucrose medium.*

**Key words:** *the xylophilic fungus of *Pleurotus ostreatus*, surface and deep cultivation, milk-clotting enzyme.*

Получение эффективных отечественных ферментных препаратов для молочной промышленности, способных заменить достаточно дорогие импортные аналоги, является актуальной задачей, стоящей перед Республикой Беларусь. Для приготовления большей части сыров используется сычужный (молокозвертывающий) фермент или его аналоги. Натуральный препарат молокозвертывающего фермента состоит из двух ферментов – химозина и пепсина, получают его из четвертого отдела желудков телят (сычуга), возраст которых не превышает десяти дней. Естественно, что такое производство фермента является очень затратным. Сегодня в мире спрос на сычужный фермент превышает объемы его производства. Кроме того, сейчас значительно вырос спрос на сыры, изготавливаемые без причинения вреда животным, ввиду чего возник вопрос о разработке аналогов сычужного фермента [1]. В то же время альтернативный компонент должен не уступать физико-химическим свойствам сычужного фермента и не ухудшать качество сыра. Современные предприятия молочной промышленности часто покупают и используют генномодифицированный сычужный фермент, который изготовлен как генномодифицированный продукт (часть генов желудка животных встраивается в бактерии или дрожжи). Помимо высокой стоимости таких препаратов существует и другая проблема. Автор книги «Искусство натурального сыроделия» Д. Эшер обращает внимание на то, что генномодифицированные технологии не проходят адекватное тестирование перед запуском [2]. Так, по сычужному ферменту не было сделано заключение перед тем, как Управление по надзору за качеством пищевых продуктов и лекарств США присвоило ему статус «считается в целом безопасным». Законодательство ряда западных государств относительно маркировки указанных продуктов по большей части подавляется мощными и хорошо финансируемыми корпоративными интересами. Так, например, созданы штаммы микроорганизмов с внедренными генами, обеспечивающие продуцирование микробной клеткой белковых молекул прохимозина. Пионером данного направления стала фирма Pfizer, разработавшая в 1990 году препарат под торговой маркой Chu-max, получаемый от генетически модифицированной культуры бактерий *Esherichia coli*, штамм K-12 [3]. На маркировке этого препарата указано «100% чистый химозин». Однако, по мнению Д. Эшера [2], следует с осторожностью относиться вообще ко всем

микробным ферментам: они либо вырабатываются с использованием генно-инженерных технологий, либо производятся корпорациями, которые продвигают генную модификацию.

Удачной альтернативой генетически модифицированных препаратов для получения сычужного фермента можно считать препараты немодифицированных грибов. Среди молокосвертывающих ферментов неживотного происхождения, применяемых, в том числе, для приготовления вегетарианских сыров, известны ферментные препараты грибов *Mucor miehei*, *Rhizomucor miehei*, *Cryphonectria (Endothia) parasitica* и молочных дрожжей. Главным достоинством дрожжевых и грибных клеток является их способность выделять генерируемый молокосвертывающий фермент через клеточную стенку наружу, а не накапливать внутри клетки. Это существенно упрощает технологию, т.к. не требуется операция разрушения клеток, а фермент получают освобожденным от массы примесей. К тому же количество выделяемого фермента в пересчете на единицу биомассы дрожжей или микроскопических грибов в несколько раз больше, чем на единицу биомассы бактериальных клеток *E. coli*. В последнее десятилетие появились данные об использовании базидиальных грибов для получения молокосвертывающего фермента. Базидиомицеты рода *Pleurotus* известны не только как популярный продукт питания, но и источник молокосвертывающего фермента [4]. Описаны методики получения этого фермента из плодовых тел и культуральной жидкости при глубинном культивировании вешенки обыкновенной [5; 6]. По сравнению с широко применяемыми продуцентами молокосвертывающих протеиназ вышеупомянутых родов *Endothia* и *Aspergillus* базидиомицеты имеют ряд преимуществ. К главным из них можно отнести отсутствие плодоношения в культуре, что позволяет снизить риск развития аллергических заболеваний, и отсутствие загрязнения ферментных препаратов бактериальными культурами [7; 8]. В нашей работе рассмотрены условия поверхностного и глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462, способствующие получению препарата молокосвертывающего фермента с высокой активностью.

Цель работы – провести сравнение использования различных сред (картофельно-сахарозная среда, среда Чапека с винассированным жомом в качестве источника углерода, среда Мурасиге–Скуга с использованием сахарозы в качестве источника углерода) для глубинного культивирования *Pleurotus ostreatus* с целью получения молокосвертывающего фермента, а также проверить эффективность роста промышленного штамма на среде Мурасиге–Скуга при поверхностном культивировании.

**Материал и методы.** В работе был применен промышленный штамм *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462. Штамм любезно предоставлен С.А. Коваленко, заведующей сектором пищевых и лекарственных ресурсов леса государственного научного учреждения «Институт леса НАН Беларуси». Питательные среды готовились на кафедре фундаментальной и прикладной биологии. Для среды Чапека–Докса в качестве источника углерода применялся винассированный жом, который является побочным продуктом производства сахара, он был предоставлен Слуцким сахарорафинадным комбинатом.

Для поверхностного культивирования использовали сусло-агаровая питательная среда и среда Мурасиге–Скуга.

Глубинное культивирование *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462 проводили в колбах 250 см<sup>3</sup> (150 см<sup>3</sup> среды) при перемешивании (70 об/мин) в климатической камере при 27°С на картофельно-сахарозной среде, среде Чапека–Докса с винассированным жомом в качестве дополнительного источника углерода и среде Мурасиге–Скуга с применением сахарозы в качестве источника углерода. рН сред доводился до значения 6,0. Аэрация происходила за счет диффузии воздуха через ватно-марлевые пробки. Инокуляцию проводили под ламинарным боксом для исключения риска контаминации. Мицелий вводили в стерильные колбы с питательной средой в виде нескольких фрагментов ковра площадью 1 см<sup>2</sup>.

За основу для определения молокосвертывающей активности культуральной жидкости была взята методика Пятницкого с небольшими модификациями [9].

**Результаты и их обсуждение. Поверхностное культивирование.** Для поверхностного культивирования промышленных штаммов *Pleurotus ostreatus* традиционно используется сусло-агаровая питательная среда. В нашей работе мы проверили эффективность роста промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462 на среде Мурасиге–Скуга и картофельно-сахарозной среде. Указанная среда как правило используется при культивировании клеток и тканей многих видов растений. Отличительной особенностью данной питательной среды является высокое содержание аммонийного и нитратного азота. Результаты исследования показали, что для поверхностного культивирования

промышленного штамма *Pleurotus ostreatus* x *floridanus* 462 наиболее эффективными оказались сусло-агаровая питательная среда и среда Мурасиге–Скуга.

**Глубинное культивирование.** Среда Чапека–Докса традиционно используется для глубинного культивирования ксилотрофных грибов (вешенки, триходермы и других) [10]. Однако в своих работах исследователи применяют различные источники углерода. Мы проанализировали рост промышленного штамма на среде Чапека–Докса с использованием в качестве источника углерода винассированного жома.

Винассированный свекловичный жом – обессахаренная свекловичная стружка, которая образуется при производстве сахара из сахарной свеклы и обогащена побочным продуктом дрожжевого производства – «Винассой», обладающей питательными свойствами и содержит в себе ряд биологически активных веществ.

Появление молокосвертывающей активности наблюдалось на пятые сутки глубинного культивирования в двух исследуемых средах (Чапека–Докса и картофельно-сахарозной). Однако наиболее высокая активность молокосвертывающего фермента фиксировалась на 14-е сутки глубинного культивирования. Расчет молокосвертывающей активности проводился по формуле:

$$U = (2400/T) \times (S/E),$$

где  $U$  – единица молокосвертывающей активности;

$T$  – время, необходимое для образования молочного сгустка, с;

$S$  – объем молока, мл.;

$E$  – объем ферментного препарата, мл.

Молокосвертывающая активность культуральной жидкости вешенки обыкновенной, выращиваемой на среде Чапека–Докса с использованием в качестве источника углерода винассированного жома, на 14-е сутки культивирования показала следующее:

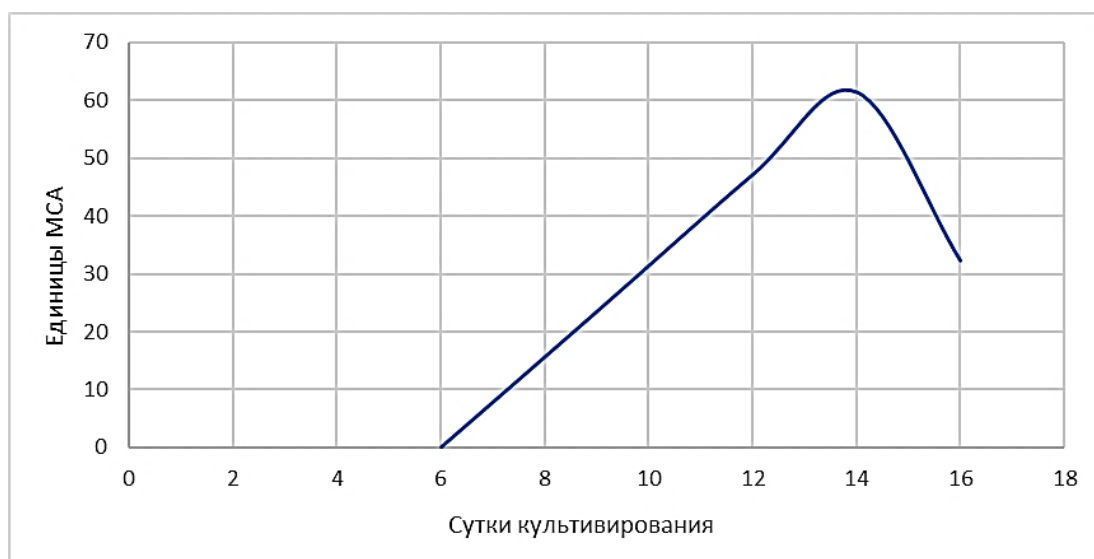
$$U_1 = (2400/720) \times (10/2) = 16,6 \text{ (ед. МСА).}$$

Молокосвертывающая активность культуральной жидкости вешенки обыкновенной, выращиваемой на картофельно-сахарозной среде, на 14-е сутки культивирования показала такое значение:

$$U_1 = (2400/195) \times (10/2) = 61,5 \text{ (ед. МСА).}$$

Полученные данные согласуются с предыдущими исследованиями, проведенными при культивировании дикого штамма *Pleurotus ostreatus* на картофельно-сахарозной среде [5].

На основе полученных результатов нами представлена зависимость молокосвертывающей активности культуральной жидкости от срока культивирования вешенки на картофельно-сахарозной среде (рис.).



По оси абсцисс – сутки глубинного культивирования, по оси ординат – единицы активности молокосвертывающего фермента

Рис. Зависимость молокосвертывающей активности культуральной жидкости от срока культивирования вешенки на картофельно-сахарозной среде

При проведении исследований использовались две различные концентрации хлорида кальция (0,0015 Моль и 0,0001 Моль). Наиболее плотный сгусток наблюдали при использовании хлорида кальция в конечной концентрации 0,0015 Моль.

В ходе эксперимента молокосвертывающая активность проверялась при различных значениях кислотности среды, так как в литературе имеются противоречивые данные по этому вопросу. В нашем случае наиболее высокая молокосвертывающая активность наблюдалась при значении pH=7,2.

При проведении экспериментов по определению молокосвертывающей активности нами было обнаружено, что показатели активности зависят от качества применяемого молока. Поэтому для определения молокосвертывающей активности мы предлагаем использование промышленного препарата сухого молока (Волковысское ОАО «Беллакт»).

Применение сухого молока рекомендовано и в документах ГОСТа при определении активности молокосвертывающих ферментов [11].

Некоторые авторы рекомендуют проведение преинкубации субстрата при определении молокосвертывающей активности [12]. При работе с промышленным штаммом *Pleurotus ostreatus x floridanus 462* мы установили, что наиболее оптимальной является преинкубация длительностью в 10 минут, так как этого времени достаточно для установления необходимой температуры в инкубационной среде.

**Заключение.** Среда Мурасиге–Скуга может быть использована на этапе поверхностного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus 462*.

Показана эффективность применения винассы (побочного продукта сахаро-рафинадного производства) для глубинного культивирования промышленного штамма *Pleurotus ostreatus x floridanus 462*.

Наиболее эффективной средой для глубинного культивирования является картофельно-сахарозная среда. Однако на среде Чапека–Докса с винассированным жомом в качестве источника углерода также была замечена достаточно высокая активность, что дает возможность в будущем работать в направлении подбора условий для улучшения молокосвертывающей активности на данной среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шляпникова, С.В. Особенности коагуляции молока: сычужный ферментный препарат и его аналоги / С.В. Шляпникова, Э.Р. Батырова // Биомика. – 2017. – Т. 9, № 1. – С. 33–41.
2. Эшер, Д. Искусство натурального сыроделия / Д. Эшер. – М.: Эксмо, 2023. – 320 с.
3. Мягконос, Д.С. Перспективы использования микробных заменителей химозина в сыроделии / Д.С. Мягконос [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – № 4. – С. 16–19.
4. Жерносеков, Д.Д. Применение ксилотрофных грибов рода *Pleurotus* и *Trichoderma* в современной биотехнологии / Д.Д. Жерносеков // Весн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2022. – № 3(116). – С. 17–22.
5. Sakovich, V.V. Milk-clotting enzymes of various origin: prospects for application in cheese making / V.V. Sakovich, D.D. Zhernossekov // Изв. Гомел. гос. ун-та имени Ф. Скорины. – 2020. – № 6(123). – Р. 75–80.
6. Лебедева, Г.В. Выделение и характеристика фермента сычужного действия из плодовых тел вешенки обыкновенной / Г.В. Лебедева, М.Т. Проскураков, М.А. Кожухова // Изв. высш. учеб. заведений. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 114–115.
7. Кульгавеня, А.Д. О культивировании вешенки обыкновенной / А.Д. Кульгавеня // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XVI Междунар. молодежн. науч.-практ. конф., Пинск, 15 апр. 2022 г.: в 2 ч. / Полес. гос. ун-т; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск, 2022. – Ч. 2. – С. 240–242.
8. Минакова, М.В. Исследование процесса глубинного культивирования высших грибов для получения молокосвертывающих ферментов / М.В. Минакова [и др.] // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы XV Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием, Бийск, 18–20 мая 2022 г. – Бийск: АлтГУ, 2022. – С. 324–327.
9. Merheb-Dini, C. Production and characterization of a milk-clotting protease in the crude enzymatic extract from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31: (Milk-clotting protease from the newly isolated *Thermomucor indicae-seudaticae* N31) / C. Merheb-Dini [et al.] // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 120, № 1. – Р. 87–93.
10. Жерносеков, Д.Д. Поиск оптимальных условий культивирования ксилотрофных грибов (вешенки обыкновенной и триходермы) и их антибактериальная активность / Д.Д. Жерносеков, П.Н. Кузьмин // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 74-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 18 февр. 2022 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2022. – С. 60–62.
11. Молоко. Определение общей молокосвертывающей активности говяжьего сычужного фермента: ГОСТ ISO 11815-2015. – Введ. 2017-01-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
12. Sato, K. Purification and characterization of a milk-clotting enzyme from *Heresium erinaceum* / K. Sato [et al.] // Food Science and Technology Research. – 2019. – Vol. 2, № 5. – Р. 735–741.



**REFERENCES**

1. Shlaipnikova S.V., Batyrova E.R. *Biomika* [Biomics], 2017, 9(1), pp. 33–41.
2. Esher D. *Iskusstvo naturalnogo syrodelyiya* [The Art of Natural Cheese Making], M.: Eksmo, 2023, 320 p.
3. Miagkonosov D.S. *Syrodellie i maslodeliye* [Cheesemaking and Butter Making], 2019, 4, pp. 16–19.
4. Zhernosekov D.D. *Vesn. Vitseb. dzharzh. un-ta* [Bulletin of Vitebsk State University], 2022, 3(116), pp. 17–22.
5. Sakovich V.V., Zhernosekov D.D. *Izv. Gomel. gos. un-ta imeni F. Skoryny* [Journal of Gomel State University], 2020, 6(123), pp. 75–80.
6. Lebedeva G.V., Proskuriakov M.T., Kozhukhova M.A. *Izv. vyssh. ucheb. zavedeni. Pishchevaya tekhnologiya* [Journal of Higher Education Establishments. Food Technology], 2008, 1, pp. 114–115.
7. Kulgavenia A.D. *Nauchny potentsial molodezhi – budushchemu Belarusi: materialy XVI Mezhdunar. molodezhn. nauch.-prakt. konf., Pinsk, 15 apr. 2022 g. v 2 ch.* [Research Potential of the Young – for the Future of Belarus: Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Youth Scientific and Practical Conference: Pinsk, April 15, 2022], Pinsk, 2022, 2, pp. 240–242.
8. Minakova M.V. *Tekhnologiyi i oborudovaniye khimicheskoi, biotekhnologicheskoi i pishchevoi promyshlennosti: materialy XV Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh s mezhdunar. uchastiyem, Biysk, 18–20 maya 2022 g.* [Technologies and Equipment of Chemical, Biotechnological and Food Industry: Proceedings of the 15<sup>th</sup> All-Russia Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scholars with International Participation, Biysk, May 18–20, 2022], Biysk: AltGU, 2022, pp. 324–327.
9. Merheb-Dini, C. Production and characterization of a milk-clotting protease in the crude enzymatic extract from the newly isolated *Thermomucor indicæ-seudaticæ* N31: (Milk-clotting protease from the newly isolated *Thermomucor indicæ-seudaticæ* N31) / C. Merheb-Dini [et al.] // *Food Chemistry*. – 2010. – Vol. 120, № 1. – P. 87–93.
10. Zhernosekov D.D., Kuzmin P.N. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 74-i Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 18 fevr. 2022 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Proceedings of the 74<sup>th</sup> Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduates, Vitebsk, February 18, 2022], Vitebsk, 2022, pp. 60–62.
11. *Moloko. Opredeleniye obshchei molokosvertyvayushchei aktivnosti goviazhyego sychuzhnogo fermenta: GOST ISO 11815-2015* [Milk. Identification of General Milk Clotting Activity of Beef Rennet Enzyme: State Standard (GOST) ISO 11815-2015], 2017-01-01, M.: Standartinform, 2015, 10 p.
12. Sato, K. Purification and characterization of a milk-clotting enzyme from *Heresium erinaceum* / K. Sato [et al.] // *Food Science and Technology Research*. – 2019. – Vol. 2, № 5. – P. 735–741.

Поступила в редакцию 14.07.2023

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

УДК 597.554.3:391.85

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАСШИРЕННОЙ И ОБЫЧНОЙ ЧАСТЕЙ КИШЕЧНИКА У СРЕДНЕГО И КРУПНОГО ТОВАРНОГО КАРПА ГИБРИДНОЙ ПОРОДЫ

Д.С. Голубев

Учреждение образования «Витебская ордена “Знак Почета”  
государственная академия ветеринарной медицины»

*Несмотря на анатомио-макроскопические исследования строения кишечника у карповых, гистологических особенностей строения отдельных частей кишечника, в частности, расширенной и обычной частей кишечной трубки, в рассмотренной литературе найдено не было, поэтому целью наших исследований явилось изучение особенностей гистологического строения расширенной и обычной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы.*

*Цель исследования – изучение особенностей гистологического строения расширенной и обычной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана, выращенного в ОАО «Рыбхоз “Новинки”».*

**Материал и методы.** *Материалом послужили 5 особей среднего и крупного товарного карпа, материалом – участки расширенной и обычной частей кишечника.*

**Результаты и их обсуждение.** *При гистологическом исследовании установлено, что значения длины и ширины ворсинок слизистой оболочки кишечника, толщина мышечной и серозной оболочек на аналогичных участках у среднего и крупного товарного карпа отличаются мало. В то же время длина ворсинок в обычной части кишечника увеличивается по сравнению с расширенной частью, а их ширина уменьшается. Также установлено, что средние значения толщины мышечной оболочки в расширенной части у среднего и крупного товарного карпа преобладают над аналогичными значениями в обычной части кишечника. Наблюдается уменьшение толщины серозной оболочки в обычной части кишечника по сравнению с ее расширенной частью у среднего и крупного товарного карпа.*

**Заключение.** *В результате проведенных исследований получены данные, доказывающие отличие расширенной и обычной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа в плане строения особенностей слизистой, мышечной и серозной оболочек. Отличия представлены достоверными изменениями линейных значений ворсинок, толщиной мышечной и серозной оболочек в обычной части кишечника по сравнению с ее расширенной частью у среднего и крупного товарного карпа.*

**Ключевые слова:** *гистологическое строение, гибридная порода, расширенная часть кишечника, обычная часть кишечника, слизистая оболочка, серозная оболочка, кишечные ворсинки, кишечные крипты.*

## COMPARATIVE HISTOLOGICAL STRUCTURE OF ENLARGED AND REGULAR INTESTINAL PARTS OF MEDIUM AND LARGE COMMERCIAL SIZE HYBRID BREED CARP

D.S. Golubev

Education Establishment “Vitebsk Order of Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine”

*Despite anatomical and macroscopic studies of the structure of carp intestine, histological features of the structure of individual parts of the intestine, in particular, the enlarged and regular part of the intestinal tube, were not found in the reviewed literature.*

*The research purpose is therefore was a study of the features of the histological structure of the enlarged and ordinary parts of the intestine of the middle size and large commercial hybrid breed carp cultivated at Novinki Rybkhaz.*

**Material and methods.** *The object of the research was 5 individuals of medium and large size commercial carp, its enlarged and regular the intestine.*

**Findings and their discussion.** *In the histological examination, it was found that the values of the length and width of the villi of the intestinal mucosa, the thickness of the muscular and serous membranes in similar areas in the middle and large commercial carp differ little. At the same time, the length of the villi in the regular part of the intestine increases compared to the enlarged part, while their width decreases. It has also been found out that the average muscle thickness in the enlarged part of the middle and large*

size commercial carp prevails over similar values in the regular part of the intestine. There is a decrease in the thickness of the serous membrane in the usual part of the intestine compared to its expanded part in the medium and large size commercial carp.

**Conclusion.** As a result of the studies, data were obtained proving the difference between the expanded and regular parts of the intestine of the medium and large size commercial carp in terms of the structure of the features of the mucous, muscular and serous membranes. Differences are presented by significant changes in linear values of villi, muscle and serous membrane thickness in the regular part of the intestine compared to its enlarged part of the medium and large size commercial carp.

**Key words:** histological structure, hybrid rock, enlarged part of the intestine, ordinary part of the intestine, mucous membrane, serous membrane, intestinal villi, intestinal crypts.

**Р**азвитие товарного рыбоводства во всем мире (и, в частности, в Республике Беларусь) является достаточно актуальным направлением развития пищевой промышленности в плане обеспечения населения дешевыми и качественными продуктами питания [1; 2]. Беларусь, не имеющая прямого выхода к морю, стремится компенсировать дефицит рыбы развитием рыбоводства во внутренних водоемах. Для обеспечения растущих потребностей страны прудовое рыбоводство в кратчайшие сроки должно перейти на высокоинтенсивные технологии: высокую плотность посадки, применение поликультуры, интенсивное кормление искусственными кормами, удобрение водоемов [3].

Важное направление повышения эффективности товарного рыбоводства – выращивание высокопродуктивных пород и кроссов. Результативность селекционных программ тесно связана с рациональным использованием генетических ресурсов местных популяций карпа, на основе которых создаются породы с заданными качествами, адаптированные к местным климатическим условиям. Семейство карповых относится к бентосоядным рыбам с широким спектром питания и непрерывным потреблением пищи. Безжелудочный тип строения пищеварительного канала характерен для карповых. Считается, что отсутствие желудка у карповых – вторичное явление, так как у филогенетически более древнего семейства – сельдевых – имеется хорошо развитый желудок, следовательно, и желудочное пищеварение. Вследствие развития зубов на глотке и усиления перетирания ими пищи у карповых была ослаблена биофизическая и биохимическая реактивность передних отделов кишечника, что, по-видимому, привело к редукции желудка [4]. Из глотки пища поступает в короткий пищевод, а затем – в кишечник. Кишечник у карпа представляет длинную, в передней части заметно расширенную, а затем постепенно суживающуюся трубку, которая образует около 8 петель [5].

Несмотря на анатомо-макроскопические исследования строения кишечника у карповых, встречающиеся в литературе, гистологических особенностей строения отдельных частей кишечника, в частности, расширенной и обычной частей кишечной трубки, в рассмотренной литературе найдено не было.

Цель исследования – изучение особенностей гистологического строения расширенной и обычной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана, выращенного в ОАО «Рыбхоз “Новинки”».

**Материал и методы.** Работу по изучению гистологических показателей проводили на кафедре патологической анатомии и гистологии УО «ВГАВМ». Исходным материалом служил средний и крупный товарный карп гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана в количестве 5 от каждой группы особей в возрасте двух лет, приобретенных в ОАО «Рыбхоз “Новинки”». Объект исследований – 5 особей среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана в возрасте двух лет, приобретенных в ОАО «Рыбхоз “Новинки”». Материал для работы – расширенный и обычный участки кишечника. Извлеченные органы фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина и 70%-ном этиловом спирте. Все методики были стандартизированы и включали фиксацию, проводку, а также приготовление блоков и гистологических срезов. Затем морфологический материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин. Изготавливали гистологические срезы толщиной 3–5 мкм на санном MC2 микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином. Абсолютные измерения структурных компонентов осуществляли с помощью светового микроскопа «Olympus» модели VX41 с цифровой фотокамерой системы «Altra20» с использованием программы «Score Photo» и проводили фотографирование цветных изображений (разрешением 1400 на 900 пикселей). Для получения достоверного результата исследований изучаемые показатели определялись трижды от каждой особи карпа. Исследования проводились как на малом увеличении (x10), так и на большом (x100–400). Все полученные цифровые данные были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel, критерий Стьюдента на достоверность различий сравниваемых показателей оценивали по трем порогам вероятности:  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ .

**Результаты и их обсуждение.** В основе строения стенки кишечника карповых лежат 3 оболочки: серозная, мышечная и слизистая. Слизистая оболочка обладает более значительными размерами, за счет наличия в своем составе четырех слоев (эпителиальной пластины, собственной пластины, мышечной пластины и подслизистой основы), которые нечетко разграничены.

Слизистая часть расширенной части кишечника имеет выраженные ворсинки, которые выстланы однослойным призматическим эпителием (рис. 1).

При изучении морфометрических показателей ворсинок слизистой оболочки расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

**Морфометрические показатели ворсинок слизистой оболочки расширенной части кишечника среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп		Крупный товарный карп	
	Длина (мкм)	Ширина (мкм)	Длина (мкм)	Ширина (мкм)
1	426,96±14,96	197,19±34,48	437,97±17,52	201,81±8,65
2	393,15±14,96	205,10±8,56	430,31±43,23	201,92±9,23
3	424,99±31,82	206,08±6,30	440,93±15,03	205,07±10,63
4	448,70±16,21	67,94±4,74	452,83±10,32	202,11±9,87
5	443,33±9,33	70,06±4,18	443,43±6,37	203,62±9,15

Как видно из результатов табл. 1, длина ворсинок слизистой оболочки расширенной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 393,15±14,96 мкм до 448,70±16,21 мкм (среднее значение 427,42 мкм), ширина ворсинок составляет от 67,94±4,74 мкм до 206,08±6,30 мкм (среднее значение 149,27 мкм). У крупного товарного карпа параметры длины ворсинок колеблются от 440,93±15,03 мкм до 452,83±10,32 мкм (среднее значение 441,09 мкм), ширина находится в диапазоне от 201,81±8,65 мкм до 205,07±10,63 мкм (среднее значение 202,90 мкм). Таким образом, значения длины и ширины ворсинок у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана мало отличаются.

При измерении толщины мышечной оболочки расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа были получены результаты, которые показаны в табл. 2.

Таблица 2

**Толщина мышечной оболочки расширенной части кишечника среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	177,89±6,80	174,21±3,60
2	171,70±3,94	172,88±4,11
3	170,70±3,98	173,54±5,58
4	176,29±20,66	176,08±16,30
5	178,80±21,19	165,93±16,84

При проведении гистологических исследований установлено, что толщина мышечной оболочки расширенной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 170,70±3,94 мкм до 178,80±21,19 мкм (среднее значение 175,07 мкм). У крупного товарного этот показатель составляет от 165,93±16,84 мкм до 176,08±16,30 мкм (среднее значение 172,52 мкм). Из полученных результатов видно, что данный параметр у среднего и крупного товарного карпа является одинаковым, не зависящим от товарности рыбы.

Результаты измерений толщины серозной оболочки расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа продемонстрированы в табл. 3.

Как видно из данной таблицы, серозная оболочка в расширенной части кишечника у среднего товарного карпа составляет от 104,32±7,27 мкм до 116,03±13,87 мкм (среднее значение 109,38 мкм). У крупного товарного этот показатель от 102,99±9,86 мкм до 114,69±12,36 мкм (среднее значение 109,08 мкм). Результаты являются полностью идентичными.

**Толщина серозной оболочки расширенной части кишечника среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	116,03±13,87	110,06±9,05
2	104,32±7,27	102,99±9,86
3	108,82±14,77	114,69±12,36
4	110,24±9,16	112,24±6,32
5	107,53±6,25	105,45±8,65

Слизистая оболочка обычной части кишечника имеет более выраженные длинные и узкие кишечные ворсинки, которые покрыты однослойным призматическим эпителием (рис. 2).

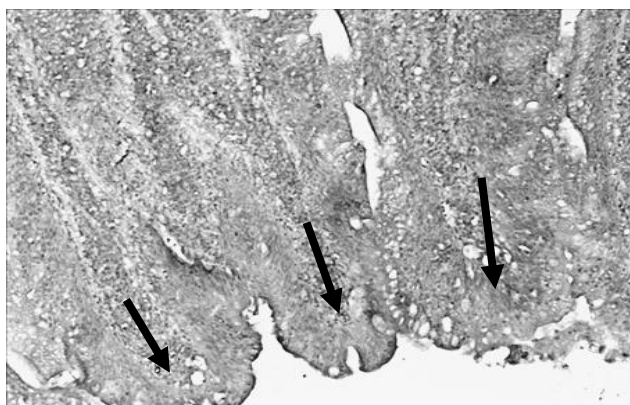


Рис. 1. Ворсинки слизистой оболочки расширенной части кишечника. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: x100

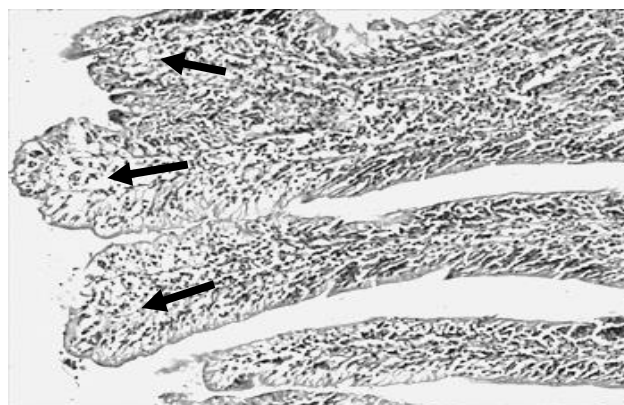


Рис. 2. Ворсинки слизистой оболочки обычной части кишечника карпа. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: x100

Результаты линейных промеров ворсинок слизистой оболочки обычной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Морфометрические показатели ворсинок обычной части кишечника среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп		Крупный товарный карп	
	Длина (мкм)	Ширина (мкм)	Длина (мкм)	Ширина (мкм)
1	399,53±32,40	69,03±13,20	424,05±17,96	73,05±20,32
2	384,44±23,73	63,53±11,04	416,81±7,97	69,03±13,20
3	379,75±13,01	94,67±25,28	421,14±21,02	71,04±11,04
3	473,02±22,52	82,95±12,77	517,51±51,44	92,95±20,88
4	471,72±11,86	88,54±13,06	519,71±48,29	93,60±17,74
5	399,53±32,40	69,03±13,20	424,05±17,96	73,05±20,32

Длина ворсинок слизистой оболочки в обычной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 379,75±13,01 мкм до 473,02±22,52 мкм (среднее значение 501,59 мкм), ширина ворсинок составляет от 63,53±11,04 мкм до 94,67±25,28 мкм (среднее значение 93,55 мкм). У крупного товарного карпа параметры длины ворсинок колеблются от 416,81±7,97 мкм до 519,71±48,29 мкм (среднее значение 544,65 мкм), ширина находится в диапазоне от 69,03±13,20 мкм до 93,60±17,74 мкм (среднее значение 94,54 мкм). Сравнивая полученные данные линейных измерений, можно сделать вывод, что у среднего и крупного товарного карпа длина и ширина ворсинок слизистой оболочки в обычной части кишечника практически соответствует друг другу.

Однако при сравнении обычной части слизистой оболочки кишечника с аналогичными показателями расширенной части кишечника отмечается увеличение длины ворсинок у среднего товарного карпа на 117,35% ( $p < 0,01$ ) и уменьшение ширины на 159,57% ( $p < 0,01$ ). У крупного товарного карпа наблюдается аналогичная картина, так увеличение длины ворсинок происходит на 123,47% ( $p < 0,01$ ), а уменьшение их ширины на 214,61% ( $p < 0,001$ ). Это свидетельствует о выраженных морфологических отличиях слизистой расширенной части кишечника по сравнению с участком обычного кишечника.

Слизистая оболочка обычной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа покрыта хорошо выраженным однослойным призматическим эпителием, показанным на рис. 3.

Высота однослойного призматического эпителия слизистой оболочки обычного участка кишечника у среднего и крупного товарного карпа представлена в табл. 5.

Таблица 5

**Высота эпителия обычной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	6,14±0,64	5,92±0,41
2	5,95±0,21	6,02±0,52
3	6,06±0,59	5,83±0,07
4	5,62±0,17	5,69±0,24
5	5,31±0,49	5,34±0,12

Высота однослойного призматического эпителия в основной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 5,31±0,49 мкм до 6,14±0,64 мкм (среднее значение 5,81 мкм). У крупного товарного этот показатель составляет от 5,34±0,12 мкм до 6,02±0,52 мкм (среднее значение 5,76 мкм).

По полученным результатам высота однослойного призматического эпителия в основной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа одинакова.

Толщина мышечной оболочки обычного участка кишечника у среднего и крупного товарного карпа дана в табл. 6.

Таблица 6

**Толщина мышечной оболочки обычного участка кишечника у среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	66,95±12,75	70,52±6,73
2	68,77±12,72	70,28±7,64
3	74,87±8,64	68,33±6,35
4	74,34±11,89	71,89±11,81
5	74,15±7,78	74,86±9,03

Толщина мышечной оболочки на обычном участке кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 66,95±12,75 мкм до 74,87±8,64 мкм (среднее значение 71,81 мкм). У крупного товарного карпа этот показатель составляет от 70,28±7,64 мкм до 74,86±9,03 мкм (среднее значение 71,17 мкм). При анализе результатов видно, что толщина мышечной оболочки на данном участке кишечника у среднего и крупного товарного карпа сопоставима.

При сравнении толщины мышечной оболочки обычной части кишечника с его расширенной частью у среднего и крупного товарного карпа происходит ее уменьшение в 2,4 раза ( $p < 0,001$ ) и 2,4 раза ( $p < 0,01$ ) соответственно. Это снижение еще раз доказывает, что, несмотря на анатомическую общность строения кишечника карпа, имеются значительные отличия в строении мышечной оболочки, что возможно обусловлено физиологической особенностью пищеварения.

Результаты измерений толщины подслизистой основы слизистой оболочки основной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа показаны в табл. 7.

**Толщина подслизистой пластины слизистой оболочки основной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	58,59±11,74	49,44±2,96
2	46,96±4,02	49,84±4,69
3	51,89±2,84	50,96±4,01
4	70,44±11,50	71,57±13,51
5	69,93±13,01	67,74±6,97

Толщина подслизистой основы слизистой оболочки на обычном участке кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 46,96±4,02 мкм до 70,44±11,50 мкм (среднее значение 59,56 мкм). У крупного товарного этот показатель составляет от 49,44±2,96 мкм до 71,57±13,51 мкм (среднее значение 57,91 мкм). Как видно из результатов табл. 7, толщина подслизистой основы слизистой оболочки у среднего и крупного товарного карпа практически идентична.

Результаты измерений толщины серозной оболочки обычной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа показаны в табл. 8.

**Толщина серозной оболочки основной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	50,60±4,97	49,75±3,52
2	49,90±3,98	49,38±3,62
3	50,02±4,13	48,48±3,62
4	48,56±3,54	47,56±3,24
5	48,34±3,25	51,12±3,12

Толщина серозной оболочки основной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 48,34±3,25 мкм до 50,60±4,97 мкм (среднее значение 49,48 мкм). У крупного товарного карпа этот показатель составляет от 47,56±2,96 мкм до 51,12±3,12 мкм (среднее значение 49,25 мкм). Как видно из результатов табл. 8, толщина серозной оболочки в основной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа одинакова.

Однако по сравнению с расширенной частью кишечника возникает ее уменьшение. Так, по сравнению с расширенной частью у среднего и крупного товарного карпа уменьшение происходит в 2,21 раза ( $p < 0,01$ ).

В слизистой оболочке обычной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа фиксируются хорошо выраженные кишечные крипты (общекриптовые железы), которые показаны на рис. 4.

Размеры кишечных крипт эпителия слизистой оболочки обычного участка кишечника у среднего и крупного товарного карпа показаны в табл. 9.

**Морфометрические показатели кишечных крипт слизистой оболочки кишечника среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп		Крупный товарный карп	
	Длина (мкм)	Ширина (мкм)	Длина (мкм)	Ширина (мкм)
1	195,01±49,94	143,45±22,43	221,34±38,29	146,42±13,56
2	232,41±21,96	152,68±16,42	171,56±39,20	148,63±17,18
3	205,62±52,47	147,88±16,77	212,22±38,58	150,17±13,38
4	210,74±48,35	145,32±13,23	195,78±36,44	147,52±14,32
5	210,33±47,54	149,16±14,73	187,61±37,52	145,29±15,33

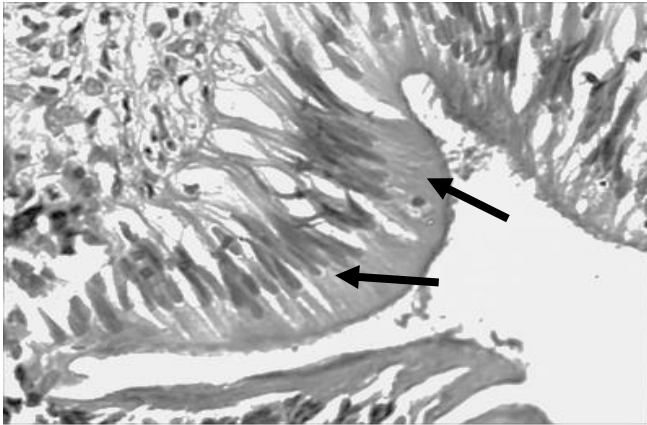


Рис. 3. Однослойный призматический эпителий ворсинок слизистой оболочки обычной части кишечника карпа. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: x400

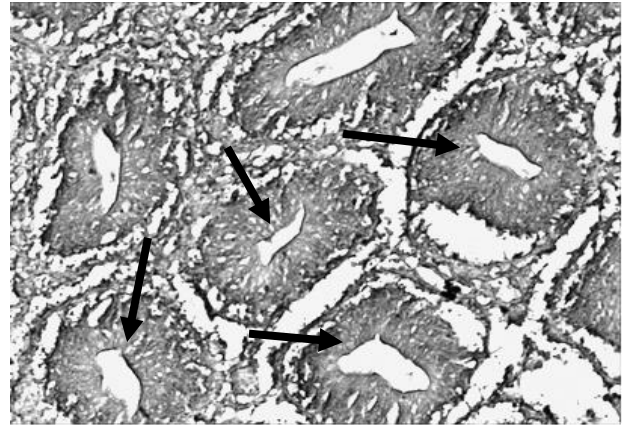


Рис. 4. Кишечные крипты слизистой оболочки обычной части кишечника карпа. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: x400

Длина крипт слизистой оболочки в обычной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от  $195,01 \pm 49,64$  мкм до  $232,41 \pm 21,96$  мкм (среднее значение  $210,82$  мкм), ширина крипт составляет от  $143,45 \pm 22,43$  мкм до  $152,68 \pm 16,42$  мкм (среднее значение  $147,69$  мкм). У крупного товарного карпа параметры длины кишечных крипт колеблются от  $171,56 \pm 39,20$  мкм до  $221,34 \pm 38,29$  мкм (среднее значение  $197,70$  мкм), ширина находится в диапазоне от  $145,29 \pm 15,33$  мкм до  $150,17 \pm 13,38$  мкм (среднее значение  $147,60$  мкм). Сравнивая морфометрические данные кишечных крипт среднего и крупного товарного карпа, можно сделать вывод, что их линейные размеры одинаковы.

**Заключение.** В результате проведенных исследований получены данные, доказывающие отличие расширенной и обычной частей кишечника у среднего и крупного товарного карпа в плане строения особенностей слизистой, мышечной и серозной оболочек. Отличия представлены достоверными изменениями линейных значений ворсинок, толщиной мышечной и серозной оболочек в обычной части кишечника по сравнению с ее расширенной частью у среднего и крупного товарного карпа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Башунова, Н.Н. Возможность выращивания помесей карпа в условиях Беларуси / Н.Н. Башунова, М.В. Книга // Известия ААН Республики Беларусь. – 1994. – № 2. – С. 93–96.
2. Рыбохозяйственная характеристика и оценка проявления эффекта гетерозиса у трехлетков двухпородных кроссов тремлянского карпа / М.В. Книга [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2010. – № 13(2). – С. 33–38.
3. Таразевич, Е.В. Лавинские, изобелинские, тремлянские... [Электронный ресурс] / Е.В. Таразевич, В.Б. Сазанов // Наука и инновации. – 2011. – № 102. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/lahvinskie-izobelinskie-tremlyanskie>. – Дата доступа: 04.12.2021.
4. Халилов, Ф.Х. Материалы по морфологии гистохимии пищеварительной системы костистых рыб / Ф.Х. Халилов. – Алма-Ата: Мектеп, 1969. – 131 с.
5. Карповые [Электронный ресурс] // Википедия [2021]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?curid=269183&oldid=114415526>. – Дата доступа: 24.05.2021.

#### REFERENCES

1. Bashunova N.N., Kniga M.V. *Izvestiya AAN Respubliki Belarus* [Journal of AAS of the Republic of Belarus], 1994, 2, pp. 93–96.
2. Kniga M.V. *Aktualniye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* [Current Issues of Cattle Breeding Intensive Development], 2010, 13(2), pp. 33–38.
3. Tarazevich E.V., Sazanov V.B. *Nauka i innovatsii* [Science and Innovations], 2011, 102. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/lahvinskie-izobelinskie-tremlyanskie>. – Accessed: 04.12.2021.
4. Khalilov F.Kh. *Materialy po morfologii gistokhimii pishchevaritelnoi sistemy kostistykh ryb* [Materials on Digestion System Histochemistry Morphology of Bone Fish], Alma-Ata: Mektep, 1969, 131 с.
5. *Karpoviye* [Carp Breed] Wikipedia [2021]. – Available at: <https://ru.wikipedia.org/?curid=269183&oldid=114415526>. – Accessed: 24.05.2021.

Поступила в редакцию 09.12.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: ddr75@mail.ru – Голубев Д.С.



# ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ТРОФИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ ПТИЦ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

С.А. Дорофеев, Е.В. Шаврова

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

*Древесные насаждения являются основными средообразующими компонентами лесных сообществ, которые формируют на занятой ими территории определенные микроклиматические условия, создают места для гнездования и питания ряда дендрофильных птиц.*

*Цель – выявить пространственное распределение и особенности кормодобывания дендрофильных птиц, гнездящихся в сосновых насаждениях Белорусского Поозерья.*

**Материал и методы.** Исследования мест гнездования птиц и добычи корма в сосновых лесах мшистого, верескового и брусничного типов проводились общепринятыми орнитологическими методами на территории Витебской области в гнездовой период (май – июнь) 2007–2021 гг.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что в сосновых лесах 3 типологических групп в Белорусском Поозерье обитает до 45 видов дендрофильных птиц, наибольшее число которых в сосняке мшистом для гнездования выбирает кроны (15), а корм собирает на земле, в приземном ярусе (27) и на стволах, ветвях (26). В сосняке вересковом доминируют дуплогнездники (14), по кормодобывающей стратегии птицы схожи с обитателями сосняка мшистого. В сосняке брусничном на гнездовании учтено до 39 видов птиц, большинство из которых составляют дуплогнездники (12) и собиратели корма на земле и в приземном ярусе (27), на стволах и ветвях (25). Отмечено, что большинство дендрофильных птиц добывают корм в местах гнездования или экологически сходных с ними. Для птенцов и взрослых птиц основные кормовые объекты схожи, с той лишь разницей, что птенцам скармливаются беспозвоночные животные со слабо развитым хитиновым покровом.

**Заключение.** Структура сосновых насаждений 3 типологических групп различного возраста играет важную роль для гнездования птиц и влияет на кормодобывание. Большинство дендрофильных птиц добывают корм в местах гнездования или экологически сходных с ними.

**Ключевые слова:** птицы, сосновый лес, питание, гнездование, пространственная структура.

# SPACE STRUCTURE AND TROPHY SPECIALIZATION OF DENDROPHILE BIRDS OF BELARUSIAN POOZERIYE (LAKE DISTRICT) PINE FORESTS

S.A. Dorofeyev, E.V. Shavrova

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

*Tree plantations are main environment forming components of forest communities which shape certain microclimatic conditions on the occupied area, create nesting and feeding grounds for dendrophile birds.*

*The purpose is to identify space distribution and features of finding fodder by dendrophile birds which nest in Belarussian Poozeriye pine forests.*

**Material and methods.** The study of birds nesting and fodder grounds in pine forests of mossy, heather and lingonberry type was conducted by generally accepted ornithological methods on the territory of Vitebsk Region during the nesting period (May – June 2007–2021).

**Findings and their discussion.** It was found out that up to 45 species of dendrophile birds inhabit 3 groups of pine forests in Belarusian Poozeriye, the biggest part of which (15) nest in the tree crowns of mossy pine forests while find fodder on the ground (27) and on trunks, branches (26). Birds nesting in hollows (14) are dominant in heather forests, their fodder finding strategy is similar to that of inhabitants of mossy forests. 39 bird species were found in lingonberry pine forests, most of which nest in hollows (12) and find fodder on the ground (27), trunks and branches (25). It was pointed out that most of dendrophile birds find fodder in nesting or ecologically similar grounds. Most fodder objects for chicks and adult birds are alike with the only difference that chicks are fed with invertebrates with weak chitin cover.

**Conclusion.** The structure of 3 type groups of different age pine forests plays an important role in bird nesting and influences their finding fodder. Most dendrophile birds find fodder in nesting or ecologically similar grounds.

**Key words:** birds, pine forest, fodder, nesting, space structure.

**Б**иологические особенности сосны и ее нетребовательность к почвенно-гидрологическим условиям обуславливают широкое распространение сосновых лесов в регионе [1]. Основными средообразующими компонентами лесных сообществ, формирующими на занятой ими территории определенные микроклиматические условия, являются древесные насаждения. Их стволы и ветви зачастую используются птицами в качестве кормовой станции и места гнездования. Травянистые растения, обладающие ценными для птиц свойствами как источники корма, заметно влияют на условия питания лишь при достаточно высоком уровне обилия; видовое разнообразие само по себе такой важной роли не играет [2]. При охоте насекомоядные птицы используют жесткостебельные растения в качестве «наблюдательных пунктов», что значительно улучшает эффективность кормодобывания. Сезонность развития беспозвоночных животных, пики их активности, перемещения с одного элемента биотопа на другой, сроки созревания и опадения плодов, семян оказывают значительное влияние на условия питания и кормодобывающую стратегию птиц [2].

Сплошные участки ареалов многих видов дендрофильных птиц превратились в прерывистые и даже островные в результате преобразования ландшафтов, сокращения лесопокрываемой площади и изменения структуры насаждений. Уменьшение числа таежных видов и снижение их численности обусловлено общим омоложением лесов и повышением удельного веса сосновых и мелколиственных насаждений, в результате чего орнитокомплекс смешанных и широколиственных лесов занял господствующее положение [1].

Цель работы – выявить пространственное распределение и особенности кормодобывания дендрофильных птиц, гнездящихся в сосновых насаждениях Белорусского Поозерья.

**Материал и методы.** Распределение птиц по местам гнездования и добычи корма изучалось методом маршрутных учетов и закладки пробных площадок [3] в сосновых лесах 3 типов (мшистый, вересковый, брусничный) различного возраста на территории 12 административных районов Витебской области в гнездовой сезон 2007–2021 гг. Все найденные гнезда описывали по ряду критериев (размеры, строительный материал, экспозиция и др.) с занесением информации в специализированные карточки. Питание гнездовых птенцов и взрослых птиц изучали общеизвестными в орнитологии методами [4], а также непосредственными наблюдениями за кормодобыванием в природе, анализом оброненного корма в гнезде и под ним и следов кормовой деятельности. Места гнездования птиц и добычи корма распределяли по 5 категориям в зависимости от яруса древостоя, способа гнездостроения и предпочитаемых кормов. Отдельно взятый вид птицы может входить в несколько категорий ввиду вариативности кормовой базы и гнездовых предпочтений.

**Результаты и их обсуждение.** В сосняке мшистом, имеющем чистый одноярусный древостой из сосны обыкновенной, иногда с примесью березы повислой и дуба черешчатого, на гнездовании отмечено до 45 видов птиц (табл. 1).

Наибольшее число видов (15) для гнездования в данном биотопе выбирают кроны: чиж (0,05 пар/га), вяхирь (0,04), зяблик (0,79 пар/га), тетеревиный (0,01) и др. Для зяблика в сосняке мшистом насчитывается 11 видов гнездового материала, певчего дрозда – 7, делябы – 6. Типичными дуплогнездниками, отмеченными в данном типе сосновых насаждений, являются дятлы: пестрый (0,12 пар/га), седой (0,05), желна (0,05), вертишейка (0,01), а также синицы – большая (0,05), хохлатая (0,07), буроголовая гаичка (0,1 пар/га). Виды, которые для гнездования предпочитают подлесок и подрост (8), – лесная завирушка (0,05), черноголовая славка (0,16 пар/га) и др.

Распределение птиц сосновых лесов по местам гнездования

Типологическая группа	макс число видов	Места гнездования				
		земля и призем. ярус	подлесок, подрост	кроны	дупла	стволы
мшистый	45	9	8	15	13	10
вересковый	45	12	7	12	14	8
брусничный	39	10	7	10	12	10

Для сосняка верескового на гнездовании также зафиксировано до 45 видов птиц, наиболее многочисленной категорией (14) являются дуплогнездники и полудуплогнездники: серая неясыть (0,02 пар/га), пестрый дятел (0,10), желна (0,02), седой дятел (0,02), вертишейка (0,07), черный стриж (0,05), поползень (0,06), большая синица (0,03), московка (0,02), хохлатая синица (0,07), буроголовая гаичка (0,15), мухоловка-пеструшка (0,10), обыкновенная горихвостка (0,07). Виды птиц, гнездящиеся в подлеске и подросте (7), – черноголовая славка (0,05), белобровик (0,03), жулан (0,01 пар/га) и др.

В сосняке брусничном на гнездовании наблюдается до 39 видов птиц, 12 из которых относятся к категории дуплогнездников. По 10 видов птиц устраивают гнезда в кронах (ушастая сова (0,02), тетеревиатник (0,01), перепелятник (0,01), ворон (0,01), сойка (0,08) и др.), на земле и в приземном ярусе (козодой (0,10), лесной жаворонок (0,05), пеночка-теньковка (0,10 пар/га), на стволах (обыкновенная пищуха (0,05), серая мухоловка (0,20) и др.). Наименьшее число видов учтено на гнездовании в подросте и подлеске – 7 (певчий дрозд (0,14), снегирь (0,01), черный дрозд (0,01 пар/га).

Структура сосновых насаждений различного возраста имеет большое значение для гнездования птиц и влияет на кормодобывание (рис.).

Высокая степень сомкнутости крон и слабая освещенность угнетают плодоношение растений подлеска, обеспечивают понижение температуры и, как следствие, снижение численности и биомассы беспозвоночных – кормовых объектов птиц; ассимиляционный аппарат и населяющие его беспозвоночные располагаются в менее доступных для птиц периферических частях кроны. Однако высокая сомкнутость обеспечивает необходимые защитные условия при кормодобывании [2]. Низкая сомкнутость крон, с одной стороны, снижает защитные свойства территории, но обеспечивает прогревание почвы, обильное плодоношение и наличие доступных птицам беспозвоночных (табл. 2).

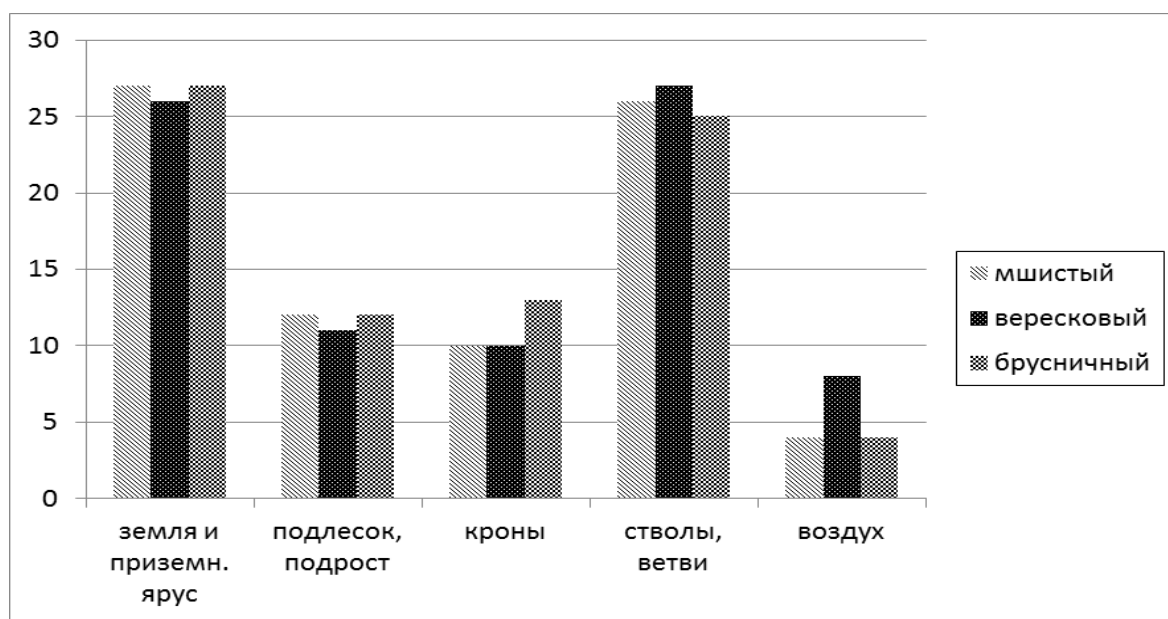


Рис. Распределение птиц сосновых лесов по местам добычи корма

**Питание гнездовых птенцов и взрослых особей некоторых видов птиц,  
гнездящихся в сосновых лесах**

Вид	Гнездовые птенцы		Взрослые особи	
	N проб	Основные корма, встречаемость, (%)	N проб	Основные корма, встречаемость, (%)
Козодой	16	июньский хрущ (5,00), ребристый рагий (5,00), навозник лесной (5,00), др. жесткокрылые (10,00), пяденица сосновая (10,00), совка сосновая (20,00), др. чешуекрылые (45,00)	5	майский хрущ (10,00), июньский хрущ (10,00), лесной навозник (5,00), щелкуны (15,00), черный сосновый усач (10,00), сосновый коконопряд (5,00), др. чешуекрылые (40,00), двукрылые (5,00)
Пестрый дятел	9	черный сосновый усач (9,40), длинноусый сосновый усач (6,30), рагий инквизитор (6,30), сосновый лубоед (28,00), сосновый слоник (3,10), муравьи (43,80), др. беспозвоночные (3,10)	14	сосновый слоник (10,50), черный сосновый усач (8,40), большой и малый сосновый лубоед (16,80), муравьи (60,10), наземные моллюски (4,20)
Вертишейка	5	муравьи (92,20), малый сосновый лубоед (2,10), др. жесткокрылые (5,70)	4	муравьи (76,50), короеды (11,30), сосновая совка (6,60), сосновый пилильщик (6,60)
Зяблик	18	пауки (32,00), щелкуны (14,00), большой сосновый лубоед (8,00), др. жесткокрылые (10,00), мухи (6,00), сосновая пяденица (10,00), др. чешуекрылые (12,00)	10	двукрылые (13,20), сосновая пяденица (4,40), другие чешуекрылые (22,00), большой сосновый лубоед (4,40), др. жесткокрылые (15,40), сосновый пилильщик (6,60), др. перепончатокрылые (25,20), семена дикорастущих трав (4,40), ягоды черники (2,20), земляника (2,20)
Лесной конек	7	пауки (18,70), сосновая совка (8,50), др. чешуекрылые (5,10), жесткокрылые (11,90), цикадки (13,60), равнокрылые (13,60), двукрылые (23,50)	5	пауки (7,80), двукрылые (20,80), жесткокрылые (46,80), сосновый пилильщик (2,60), др. перепончатокрылые (10,40), сосновая совка (2,60), др. чешуекрылые (5,20), семена злаков (3,80)
Хохлатая синица	9	пауки (13,00), сосновая совка (2,90), сосновая пяденица (1,50), равнокрылые (30,9), двукрылые (35,4), полужесткокрылые (2,90), жесткокрылые (10,50), перепончатокрылые (2,90)	4	пауки (18,90), сосновая совка (5,40), сосновый коконопряд (2,70), др. чешуекрылые (16,20), равнокрылые (24,40), большой и малый сосновый лубоеды (8,10), др. жесткокрылые (10,80), перепончатокрылые (13,50)
Серая мухоловка	8	пауки (6,80), двукрылые (37,80), сосновая пяденица (8,50), др. чешуекрылые (15,50), жесткокрылые (10,20), перепончатокрылые (23,40)	4	пауки (4,70), двукрылые (54,00), сосновая пяденица (4,70), др. чешуекрылые (11,50), жесткокрылые (7,90), сосновый пилильщик (11,50), др. перепончатокрылые (4,70)
Певчий дрозд	11	дождевые черви (41,20), кивсяки (4,30), двукрылые (17,30), сосновая совка (2,90), др. чешуекрылые (12,90), жесткокрылые (11,30), сосновый пилильщик (5,80), др. перепончатокрылые (4,50)	6	дождевые черви (35,6), моллюски (7,00), кивсяки (11,20), жесткокрылые (5,60), сосновая совка (4,20), др. чешуекрылые (15,60), двукрылые (14,00), ягоды (9,8)
Деряба	6	моллюски (7,20), кивсяки (9,70), дождевые черви (41,00), пауки (2,30), сосновая совка (4,80), сосновая пяденица (2,30), др. чешуекрылые (7,20), жесткокрылые (25,50)	3	моллюски (9,40), кивсяки (6,20), дождевые черви (31,20), пауки (3,10), майский хрущ (6,20), лесной навозник (6,20), др. жесткокрылые (12,50), чешуекрылые (15,60), ягоды (9,60)

Большинство мелких лесных птиц добывают корм в местах гнездования или экологически сходных с ними [5]. Птенцам скармливаются те же объекты, которые поедаются и взрослыми, с той лишь разницей, что в возрасте 1–5 суток приносятся преимущественно беспозвоночные с более тонким хитиновым покровом.

В процессе лесозаготовок в сосновых лесах создаются участки ранне- и поздне-сукцессионных местообитаний птиц [6]. Размер, форма и степень использования птицами этих участков может варьировать в зависимости от типа рубки и последующего ухода. Зарастающие вырубки в сосновых лесах могут быть использованы в качестве источника кормовой базы для птиц, гнездящихся в лесу. Ряд исследований подтверждает обитание слетков птиц, гнездящихся в лесах, на вырубках, в послегнездовой период. Основными причинами, которые объясняют обитание птиц на вырубках после гнездования, являются наличие кормовой базы и защита от хищников. Степень истребления хищниками птиц на вырубке ниже, чем в лесу, т.к. в зарослях и «порубочных остатках» их труднее обнаружить и поймать, а также потому, что на вырубках численность хищников ниже [7]. В сосновых лесах обитают лисица, енотовидная собака, барсук. Первые 2 вида зарегистрированы как разорители наземно гнездящихся птиц и истребители слетков дроздов, зяблика и черноголовой славки. Отмечены случаи разорения гнезд пеночек белогрудым ежом, дуплогнездников – обыкновенной белкой, ряда видов синиц – пестрым дятлом. Наибольший вред гнездящимся в сосновых лесах птицам наносит сойка, разоряющая гнезда большинства открыто гнездящихся воробьиных птиц.

Стратегии кормодобывания и способы добычи пищи классифицируются с учетом сред и используемых в них локомоций [8]. Вероятность нахождения кормового объекта в поле зрения, его дифференциация от фона в качестве пищевого сигнала и количество корма на поверхности, которую можно осмотреть из одной точки, являются важнейшими факторами, оказывающими влияние на возможность обнаружения птицей определенного количества корма за единицу времени.

Достаточно известны приспособления к питанию орехами у кедровки, семенами – у клеста и особенно пестрого дятла, в осенне-зимний период использующего в процессе кормодобывания «кузницы». Их размер, форма и экспозиция имеют существенные отличия. Широко распространенное монокультурное возобновление сосновыми саженцами на месте вырубки не может создать достаточное количество гнездопригодных мест, поэтому необходимо смешение древесных пород. В сосняках Белорусского Поозерья встречаются микроочаги размножения ряда видов вредителей (сосновый пилильщик, сосновая пяденица, сосновый коконопряд), численность которых снижается преимущественно отдельными, специализирующимися на их добыче, парами, а не массовыми гнездовыми скоплениями.

**Заключение.** Изучение питания ряда видов птиц и гнездовых птенцов, отмеченных в сосновых лесах 3 типологических групп, показало, что разнообразие добываемых кормовых объектов определяется особенностями гнездового биотопа, а массово добываются объекты, соответствующие пищевой специализации вида. В более сложных насаждениях, где условия для гнездования и добычи корма разнообразнее, различия в питании отдельных гнездовых пар одного вида выражены сильнее. Для сосняка мшистого, где на гнездовании учтено до 45 видов птиц, наиболее характерны кронники (15 видов) и дуплогнездники (13); в сосняке вересковом из 45 гнездящихся видов доминируют дуплогнездники и полудуплогнездники (14), кронники (12), наземно-гнездящиеся виды (12). Сосняк брусничный, в котором отмечено гнездование 39 видов, характеризуется доминированием дуплогнездников (12), кронников (10) и наземно-гнездящихся видов птиц (10).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеев, С.А. Закономерности пространственного распределения и формирования орнитокомплексов сосновых лесов Белорусского Поозерья / С.А. Дорофеев // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси: сб. ст. XI Зоол. междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 1–3 нояб. 2017 г.: в 2 т. / редкол.: О.И. Бородин [и др.]. – Минск: Издатель А.Н. Варахсин, 2017. – Т. 1. – С. 119–128.
2. Владышевский, Л.В. Экология лесных птиц и зверей (кормодобывание и его биоценоотическое значение) / Л.В. Владышевский. – Новосибирск, Наука, 1980. – 264 с.
3. Бибби, К. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц / К. Бибби, М. Джонс, С. Марсден. – М.: Союз охраны птиц, 2000. – 186 с.
4. Мальчевский, А.С. Методика прижизненного изучения питания гнездовых птенцов насекомоядных птиц / А.С. Мальчевский, Н.П. Кадочников // Русский орнитологический журнал. – 2005. – № 14(301). – С. 907–914.

5. Дорофеев, С.А. Связь с гнездовой территорией у дендрофильных птиц Белорусского Поозерья / С.А. Дорофеев // Экологическая культура и охрана окружающей среды: III Дорофеевские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 28–29 окт. 2020 г. / Витеб. гос. ун-т; Г.Г. Сушко (отв. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – С. 103–105.
6. Marshall, M. Use of regenerating clearcuts by late-successional bird species and their young during the post-fledging period / M. Marshall, J. DeCecco, A. Williams // *Forest Ecology and Management*. – 2003. – № 183. – P. 127–135.
7. Schlossberg, S. Ecology and Management of Scrub-shrub Birds in New England: A Comprehensive Review / S. Schlossberg, D.I. King // *USDA Natural Resources Conservation Service, Resource Inventory and Assessment Division*, 2007. – 120 p.
8. Резанов, А.Г. Принципиальная схема классификации птиц на основе их кормовых методов / А.Г. Резанов // *Русский орнитологический журнал*. – 2009. – Т. 18, экспресс-вып. 457. – С. 31–53.

#### REFERENCES

1. Dorofeyev S.A. *Aktualniye problemy zoologicheskoi nauki v Belarusi: sb. st. XI Zool. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. k desiatiletiyu osnovaniya GNPO "NPTs NAN Belarusi po bioresursam", Minsk, 1–3 noyab. 2017 g.* [Current Issues of Zoological Science in Belarus: A Collection of Articles of the 11<sup>th</sup> Zoological International Scientific and Practical Conference, Minsk, November 1–3, 2017], Minsk: Izdatel A.N. Varaksin, 2017, 1, pp. 119–128.
2. Vladyshevski L.V. *Ekologiya lesnykh ptits i zveri (kormodobyvaniye i yego biotsenoticheskoye znacheniyе)* [Ecology of Forest Birds and Animals (Fodder Finding and its Biocenosis Meaning)], Novosibirsk, Nauka, 1980, 264 p.
3. Bibbi K., Jones M., Marsden S. *Metody polevykh ekspeditsionnykh issledovaniy. Issledovaniya i uchety ptits* [Methods of Field Expedition Studies. Studies and Records of Birds], M.: Soyuz okhrany ptits, 2000, 186 p.
4. Malchevski A.S., Kadochnikov N.P. *Russki ornitologicheski zhurnal* [Russian Ornithology Journal], 2005, 14(301), pp. 907–914.
5. Dorofeyev S.A. *Ekologicheskaya kultura i okhrana okruzhayushchei sredy: III Dorofeyevskiyе chteniya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Vitebsk, 28–29 okt. 2020 g.* [Ecological Culture and Environmental Protection: 3<sup>rd</sup> Dorofeyev Readings: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Vitebsk, October 28–29, 2020], Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2020, pp. 103–105.
6. Marshall, M. Use of regenerating clearcuts by late-successional bird species and their young during the post-fledging period / M. Marshall, J. DeCecco, A. Williams // *Forest Ecology and Management*. – 2003. – № 183. – P. 127–135.
7. Schlossberg, S. Ecology and Management of Scrub-shrub Birds in New England: A Comprehensive Review / S. Schlossberg, D.I. King // *USDA Natural Resources Conservation Service, Resource Inventory and Assessment Division*, 2007. – 120 p.
8. Rezanov A.G. *Russki ornitologicheski zhurnal* [Russian Ornithology Journal], 2009, 18, Express Issue 457, pp. 31–53.

Поступила в редакцию 11.10.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: dorofeyesa@gmail.com – Дорофеев С.А.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ СЫВОРОТКИ КРОВИ И ПЕЧЕНИ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Е.М. Дорошенко \*, О.М. Балаева-Тихомирова \*\*

\*Учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет»

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

*В статье представлены данные о последовательности этапов количественного анализа спектра свободных аминокислот сыворотки крови человека и экспериментальных животных, а также спектров свободных аминокислот печени экспериментальных животных.*

*Цель исследования – оптимизировать метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения свободных аминокислот с использованием оборудования компании Agilent.*

**Материал и методы.** *В работе представлены этапы анализа спектров свободных аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: забор биологического материала, пробоподготовка образцов тканей и плазмы, определение свободных аминокислот и родственных соединений (сорбент и параметры колонки, предколоночная дериватизация, оптимизация условий разделения, порядок элюирования определяемых соединений, профиль градиентного элюирования).*

**Результаты и их обсуждение.** *Приведены примеры хроматограмм стандартной смеси аминокислот и их производных, хроматограммы свободных аминокислот и их производных плазмы крови и хроматограммы свободных аминокислот и их производных хлорнокислого экстракта ткани печени крысы.*

**Заключение.** *С помощью представленного метода удается определять до 43 свободных аминокислот и их производных, что существенно повышает информативность исследований обмена и транспорта аминокислот в биологических объектах.*

**Ключевые слова:** *высокоэффективная жидкостная хроматография, свободные аминокислоты, плазма крови, печень.*

# STUDY OF THE SPECTRUM OF FREE AMINO ACIDS OF BLOOD SERUM AND LIVER WITH HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

Ye.M. Doroshenko\*, O.M. Balayeva-Tikhomirova\*\*

\*Education Establishment "Grodno State Medical University"

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

*The article presents data on the sequence of stages of quantitative analysis of the spectrum of free amino acids in the blood serum of humans and experimental animals, as well as the spectra of free amino acids in the liver of experimental animals.*

*The aim of study is to optimize method of high-performance liquid chromatography for the identification of free amino acids using equipment from Agilent.*

**Material and methods.** *The paper presents the stages of analysis of the spectra of free amino acids by high-performance liquid chromatography: sampling of biological material, preparation of tissue and plasma samples, identification of free amino acids and related compounds (sorbent and column parameters, pre-column derivatization, optimization of separation conditions, elution order of the compounds to be determined, profile of the gradient elution).*

**Findings and their discussion.** *Examples of a chromatogram of a standard mixture of amino acids and their derivatives, a chromatogram of free amino acids and their derivatives of blood plasma, and a chromatogram of free amino acids and their derivatives of perchloric acid extract of rat liver tissue are given.*

**Conclusion.** *Using the presented method, it is possible to identify up to 43 free amino acids and their derivatives, which significantly increases the the informational value of studies of the metabolism and transport of amino acids in biological objects.*

**Key words:** *high performance liquid chromatography, free amino acids, blood plasma, liver.*

**Ф**онд свободных аминокислот тканей и плазмы крови формируется в результате поступления аминокислот с пищей, их метаболизма, участия в биосинтезе белков тканей и их распада. Простейшая схема распределения свободных аминокислот в печени и плазме крови представлена на рис. 1.

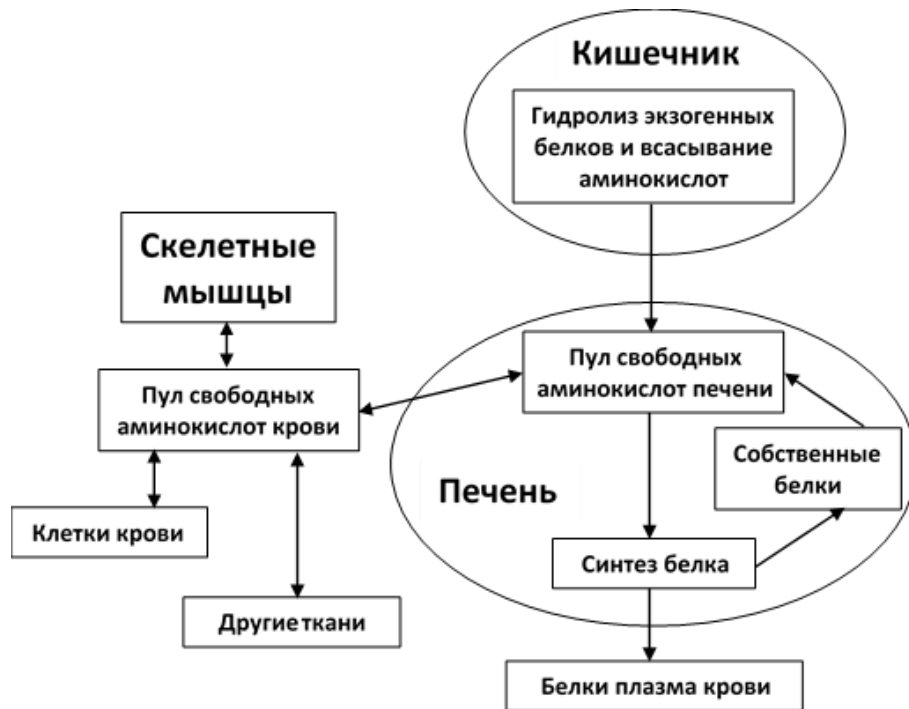


Рис. 1. Обмен аминокислот между печенью и другими тканями после их абсорбции в кишечнике [1]

Из данной схемы следует, что формирование фонда свободных аминокислот плазмы крови и тканей организма зависит от соотношения процессов биосинтеза белка в клетках и протеолиза в тканях, а также активности их транспорта через плазматические мембраны. Аминокислотный дисбаланс может носить адаптивный характер, но на практике это состояние характеризует патологические изменения, происходящие в пораженных органах или тканях. В качестве примера приведем структуру фонда свободных аминокислот печени здоровых белых крыс (нмоль/г) [2]: общее количество аминокислот и их производных  $19178 \pm 1079$ ; общее количество протеиногенных аминокислот  $12738 \pm 637$ ; общее количество заменимых аминокислот  $10913 \pm 592$ ; общее количество незаменимых аминокислот  $1825 \pm 69$ ; общее количество производных аминокислот  $6440 \pm 740$ ; соотношение уровней протеиногенных/производных аминокислот  $2,64 \pm 0,43$ , а заменимых/незаменимых аминокислот  $6,00 \pm 0,25$ ; общее количество аминокислот с разветвленной углеродной цепью (АРУЦ)  $601 \pm 29$ ; общее количество серосодержащих аминокислот  $5344 \pm 797$ . В спектр свободных аминокислот плазмы крови здоровых белых крыс входят (мкмоль/л) [3]: общее количество аминокислот и их азотсодержащих производных  $3035 \pm 154$ ; общее количество протеиногенных аминокислот  $2685 \pm 128$ ; общее количество азотсодержащих производных аминокислот  $350 \pm 27$ ; общее количество заменимых аминокислот  $1474 \pm 107$ ; общее количество АРУЦ  $318 \pm 23$ ; общее количество серосодержащих аминокислот  $254 \pm 22$ .

Анализ публикаций показывает, что по мере совершенствования методов оценки спектра свободных аминокислот (автоанализатор аминокислот AAA-339M [4; 5], аминокислотный анализатор Aracus [6], ВЭЖХ-система Waters [7], ВЭЖХ системы Agilent 1100/1200 [8; 9]) происходит определенная коррекция показателей нормы для свободных аминокислот тканей и биологических жидкостей.

Цель работы – оптимизировать метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения свободных аминокислот с использованием оборудования компании Agilent.

**Материал и методы.** Забор биологического материала для исследования спектра свободных аминокислот требует соблюдения ряда условий. Животных забивают декапитацией с соблюдением этических правил работы с экспериментальными млекопитающими. За 12 ч до забоя животных лишают пищи. После забоя собирают кровь в гепаринизированные пробирки. Образцы тканей забирают в течение 3 мин после забоя животных и немедленно замораживают и хранят при  $-60^\circ\text{C}$ .



*Выделение плазмы крови, пробоподготовка образцов тканей и плазмы.* Немедленно после забора крови осаждают форменные элементы центрифугированием при 3000 g в течение 15 мин, отделяют плазму крови аспирацией. Время от момента отделения плазмы до замораживания или начала пробоподготовки составляет не более 15 мин во избежание завышения в пробах содержания глутамата, а также влияния распада глутамина.

Для *осаждения белков* образец плазмы крови смешивают с равным объемом 1 М раствора хлорной кислоты, содержащего 40 мг/л ЭДТА, 40 мг/л  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , а также 0,2 мМ норвалина (nVal) (внутренний стандарт). После тщательного перемешивания пробы центрифугируют при 4 °С в течение 15 мин при 16000g, супернатант немедленно отсасывают и хранят до исследования при –18 °С (–60 °С при наличии низкотемпературного холодильника) не более 15 суток. После размораживания экстракты повторно центрифугируют, при выпадении осадка супернатант переносят в отдельные пробирки. Полученные хлорнокислые экстракты используют для хроматографических определений.

Образцы тканей гомогенизируют в соотношении 1:10 (по объему) в среде, содержащей 0,2 М раствор хлорной кислоты, 40 мг/л ЭДТА, 40 мг/л  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , а также 0,2 мМ nVal (внутренний стандарт), со скоростью 400–600 об/мин. Образец ткани (20–100 мг) взвешивают, не допуская размораживания, заливают 10-кратным объемом среды и немедленно гомогенизируют. Далее образцы центрифугируют как экстракты плазмы крови, супернатанты немедленно отбирают аспирацией и хранят до исследования при –18 °С (–60 °С).

Растворы стандартов, использованные для калибровки хроматографического оборудования, обрабатывают аналогичным способом.

*Определение свободных аминокислот и родственных соединений.* Определение свободных аминокислот и их дериватов проводят в хлорнокислых экстрактах тканей и плазмы крови методом обращенно-фазной хроматографии с предколоночной дериватизацией *o*-фталевым альдегидом (ОРА) и 3-меркаптопропионовой кислотой (3-МРА) и детектированием по флуоресценции (338/445 нм).

Используют сорбент Zorbax Eclipse Plus  $\text{C}_{18}$  с размером частиц 3,5 мкм, размеры колонки 2,1×150 мм, с предколонкой 2,1×12,5 мм, заполненной таким же сорбентом, размером частиц 5 мкм.

*Предколоночную дериватизацию* проводят непосредственно перед вводом проб в хроматограф. Вначале пробу (0,2 мкл) смешивают с 0,4М Na-боратным буфером pH 9,8 (2 мкл), затем после 3-кратного перемешивания добавляют ОРА-3-МРА-реагент, содержащий 0,4% ОРА и 0,4% 3-МРА в 0,4М Na-боратном буфере pH 9,8 (0,3 мкл) и вновь перемешивают 6 раз. Далее пробу нейтрализуют добавлением 4 мкл 2% уксусной кислоты и перемешивают 3 раза, после чего немедленно вводят в колонку. В процессе дериватизации игла автосамплера промывается водой перед добавлением ОРА-3-МРА-реагента, 70% метанолом – перед нейтрализацией и перед вводом пробы. Скорость перемешивания на всех этапах – 400 мкл/мин. Автосамплер термостатируют при 5 °С, процедура дериватизации осуществляется при этой температуре.

Для *оптимизации условий разделения* используют Na-ацетатную буферную систему, включающую: 0,1 М Na-ацетатный буфер, pH 4,85, содержащий 20 мг/л ЭДТА (А); ацетонитрил/вода 7/3 (об/об) (В), метанол/вода 7/3 (об/об) (С), 0,1 М раствор ацетата натрия, содержащий 20 мг/л ЭДТА (D). Растворы А и D содержат по 40 мг/л азида натрия в качестве консерванта.

Оптимизированные условия разделения включали градиентное элюирование сложным профилем от 3,5 до 100% В, с изменением соотношения В/С и А/D в ходе анализа, за 69,5 мин (полный цикл до начала дериватизации следующей пробы – 81,5 мин); температура колонки 35 °С. Процентное соотношение компонентов подвижной фазы (профиль градиента) приведено в табл.

Порядок элюирования определяемых соединений: цистеиновая кислота (CA), О-фосфосерин (PSer), цистеинсульфиновая кислота (CSA), аспарагиновая кислота (Asp), гомоцистеиновая кислота (HCA), глутаминовая кислота (Glu), аспарагин (Asn), серин (Ser),  $\alpha$ -аминоадипиновая кислота ( $\alpha$ AAA), глутамин (Gln), гистидин (His), 3-метилгистидин (3MHis), глицин (Gly), фосфоэтанолламин (PEA), треонин (Thr), 1-метилгистидин (1MHis), цитруллин (Ctr), аргинин (Arg), ансерин (Ans),  $\beta$ -аланин ( $\beta$ Ala), гипотаурин (HrTau), аланин (Ala), таурин (Tau),  $\beta$ -аминоизомасляная кислота ( $\beta$ AlBA),  $\gamma$ -аминомасляная кислота (GABA), тирозин (Tyr),  $\alpha$ -аминомасляная кислота ( $\alpha$ ABA), этаноламин (EA), валин (Val), метионин (Met), цистатионин (Ctn), норвалин (nVal) – внутренний стандарт, триптофан (Trp), фенилаланин (Phe), изолейцин (Ile), лейцин (Leu), орнитин (Orn), лизин (Lys).

## Профиль градиентного элюирования (процентное содержание компонентов подвижной фазы)

Время, мин	%A	%B	%C	%D
0	10,5	3,5	0,0	86,0
1,5	10,2	6,5	0,0	83,3
3	7,7	9,5	0,0	82,8
9	7,6	10,4	0,0	82,0
9,01	14,0	10,4	0,0	75,6
12,50	12,0	11,0	0,0	77,0
12,51	6,5	11,0	0,0	82,5
16	6,5	11,5	0,0	82,0
17	13,8	5,5	13,5	67,2
23	12,7	5,5	19,5	62,3
24	12,7	6,5	19,0	61,8
25	6,1	10,6	14,0	69,3
37	5,9	19,0	8,0	67,1
43	6,1	25,0	7,0	61,9
43,5	15,4	25,5	6,5	52,6
52,8	14,8	31,7	2,9	50,6
53	5,1	35,0	0,0	59,9
58	4,6	42,0	0,0	53,4
61	0,0	40,0	60,0	0,0
68	0,0	40,0	60,0	0,0
69,5	10,5	3,5	0,0	86,0

Определение цистина недостаточно надежно и требует детектирования по поглощению при длине волны 338 нм, так как производное цистина, как и других дисульфидов – производных серосодержащих аминокислот, практически не флуоресцирует при данных условиях. Поэтому от определения данного соединения часто отказываются из-за невозможности контролировать соотношение уровней окисленного и восстановленного компонентов пары цистин/цистеин в зависимости от редокс-потенциала системы. Это связано с тем, что цистеин способен легко образовывать смешанные дисульфиды с другими тиолами, в том числе сульфгидрильными группами белков до их осаждения при пробоподготовке.

Для калибровки системы используют концентрат стандартной смеси физиологических аминокислот (кислых, нейтральных и основных) Aldrich (США), в которую дополнительно вносят: цистеиновую кислоту (CA), цистеинсульфиновую кислоту (CSA), гомоцистеиновую кислоту (HCA), L-глутамин, L-аспарагин, O-фосфоэтанолламин.

Воспроизводимость метода (ОСКО)  $\pm 2\%$ , предел обнаружения по трехкратному превышению высоты пика над амплитудой высокочастотного шума –  $2,5 \times 10^{-13}$  моль в пробе для цистеиновой и цистеинсульфиновой кислот. Эта последняя актуальная версия метода применяется с 2018 г. Ее наиболее близкий аналог описан в [10].

**Оборудование и реактивы.** При всех определениях, приведенных в данной статье, использовался прибор ВЭЖХ Agilent 1200 в конфигурации, включающей 4-канальную систему подачи растворителя G1311A с вакуумным дегазатором, термостатируемый автосамплер (ALS) G1329A, термостат колонок G1316A, детектор флуоресценции G1321C и диодно-матричный детектор G1315D. В опытах использовались реактивы для приготовления подвижных фаз квалификации не ниже «хч», стандарты определяемых соединений Aldrich, трижды дистиллированная вода. При пробоподготовке применялась центрифуга Biofuge Primo R+ с охлаждаемым ротором (Thermo Scientific, США).

Прием данных и обработка хроматограмм проводились с помощью программы Agilent Open Lab CDS C.01.05 с ручной коррекцией базовой линии, в режиме расчета по внутреннему стандарту с использованием одноуровневой калибровки.

Цифровой материал обрабатывали методами параметрической и непараметрической вариационной статистики.

**Результаты и их обсуждение.** Приведем три варианта хроматограмм свободных аминокислот плазмы крови и ткани печени. Хроматограмма стандартной смеси аминокислот представлена на рис. 2, для плазмы крови – на рис. 3 и для печени – на рис. 4.

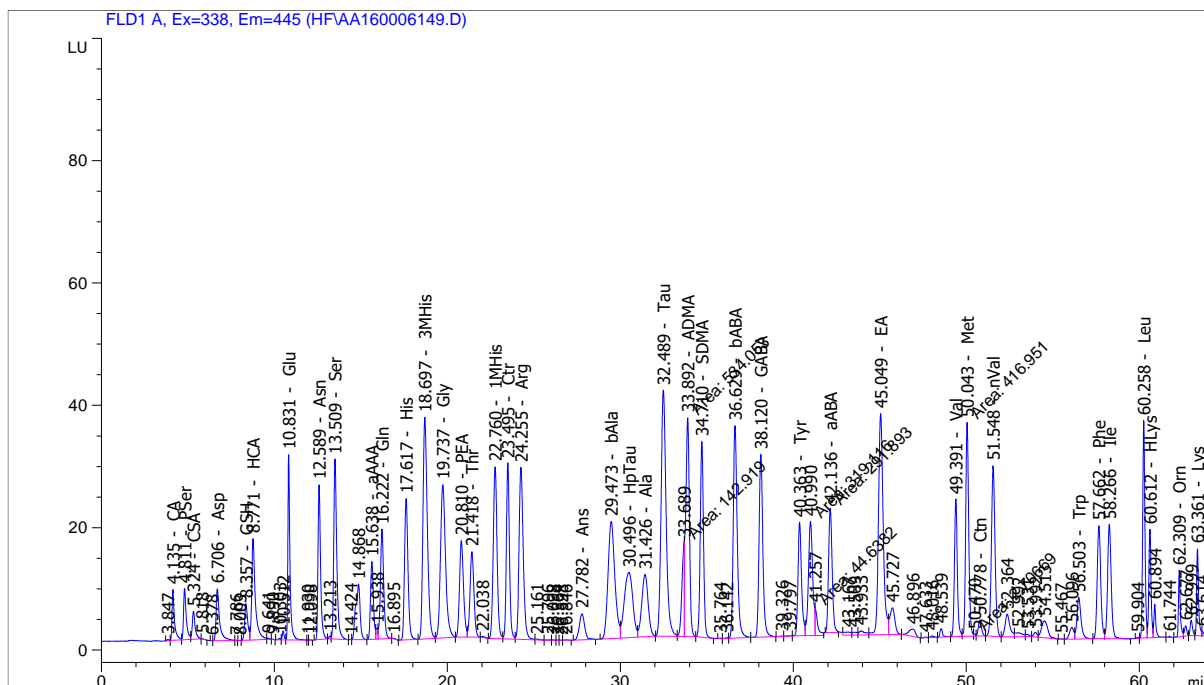


Рис. 2. Хроматограмма стандартной смеси аминокислот и их производных для плазмы крови при разделении их оптимизированным методом обращенно-фазной хроматографии. Каждый пик соответствует концентрации 463 мкМ соединения

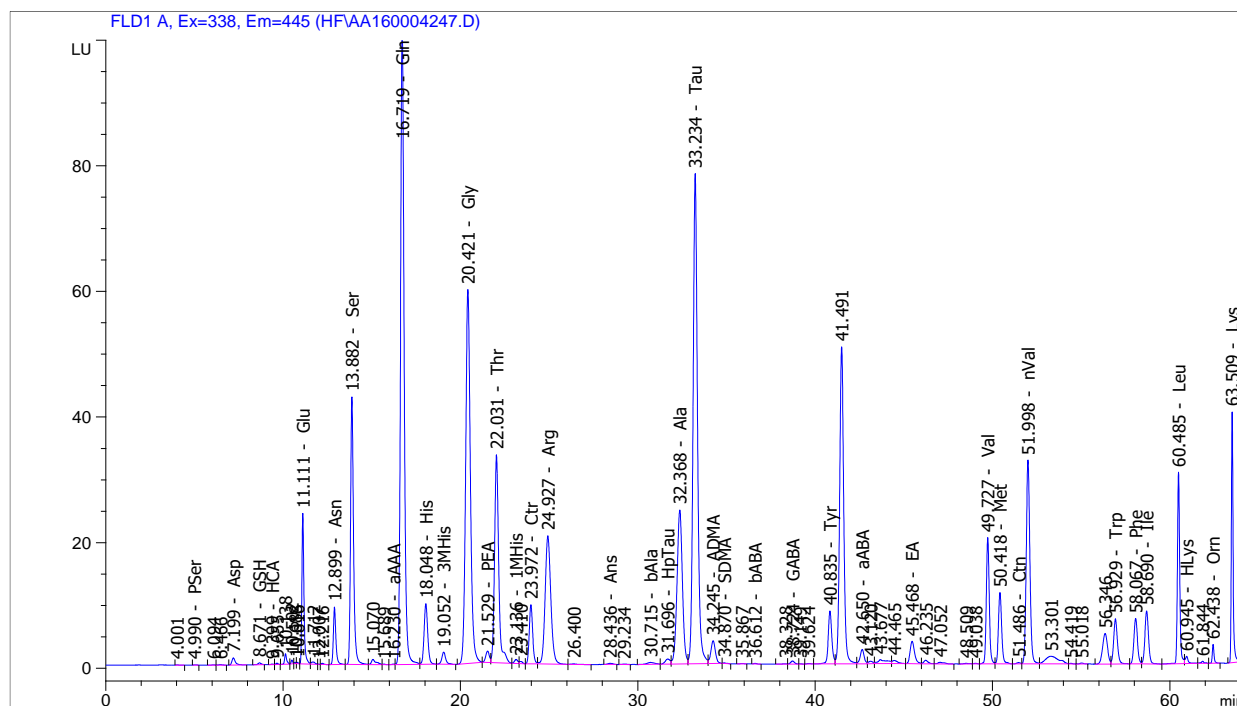


Рис. 3. Хроматограмма свободных аминокислот и их производных плазмы крови при разделении их оптимизированным методом

В плазме крови здоровых людей выявляется до 43 свободных аминокислот, их производных и некоторых других азотсодержащих соединений. В наибольших концентрациях присутствуют глутамин, аланин, лизин, валин, треонин, гистидин, глутаминовая кислота, тирозин, аргинин и др.

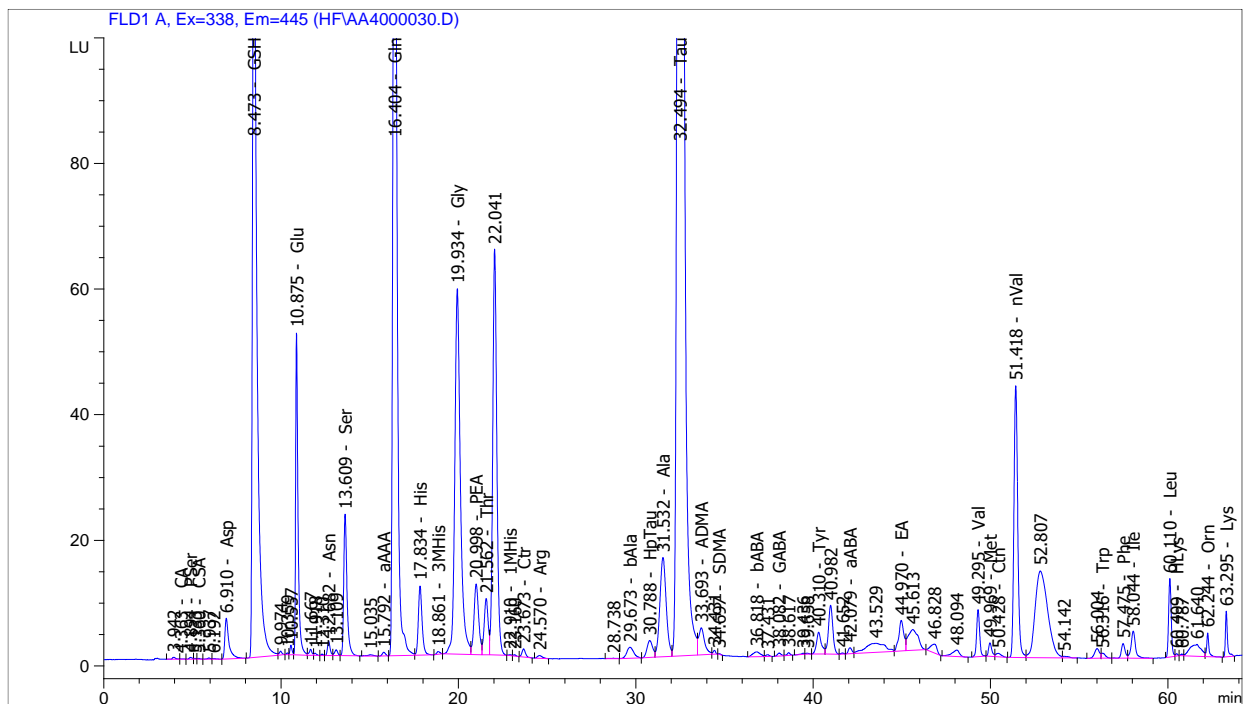


Рис. 4. Хроматограмма свободных аминокислот и их производных хлорнокислого экстракта ткани печени крысы

В результате анализа хлорнокислых экстрактов ткани печени крысы были обнаружены также 43 свободные аминокислоты, их производные и ряд других азотсодержащих соединений, в том числе таурин, глутамин, глутаминовая кислота, глицин, треонин, серин, гистидин, валин, тирозин, триптофан, фенилаланин, изолейцин, орнитин и др.

**Заключение.** С помощью представленного метода удастся определять до 43 свободных аминокислот и их производных, что существенно повышает информативность исследований обмена и транспорта аминокислот в биологических объектах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шейбак, В.М. Свободные аминокислоты печени после внутрижелудочного введения животным инфезола 40 / В.М. Шейбак [и др.] // *Hepatology and Gastroenterology*. – 2017. – № 2. – С. 158–163.
2. Шейбак, В.М. Свободные аминокислоты в ткани печени крыс после введения тритарга / В.М. Шейбак [и др.] // *Журнал ГрГМУ*. – 2018. – № 5. – С. 585–589.
3. Шейбак, В.М. Влияние композиции «Тритарг» на концентрацию свободных аминокислот в лимфоцитах и сыворотке крови крыс / В.М. Шейбак [и др.] // *Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. мед. навук*. – 2012. – № 1. – С. 85–89.
4. Дорошенко, Е.М. Влияние смеси аминокислот с разветвленной углеводородной цепью, таурина и триптофана на структуру печени и фонд свободных аминокислот у крыс при субхронической алкогольной интоксикации и синдроме отмены этанола / Е.М. Дорошенко [и др.] // *Новости науки и техники. Сер.: Медицина. Алкогольная болезнь*. – 2001. – № 12. – С. 4–10.
5. Артемова, О.В. Свободные аминокислоты печени крыс в условиях прерывистой алкогольной интоксикации / О.В. Артемова, В.В. Лелевич // *Журнал ГрГМУ*. – 2007. – № 3. – С. 25–28.
6. Черных, А.А. Метаболизм ароматических аминокислот при выраженной острой кратковременной экспериментальной нормобарической гипоксии у человека / А.А. Черных // *Экология человека*. – 2013. – № 07. – С. 59–63.
7. Лелевич, В.В. Коррекция метаболических нарушений композициями аминокислот при прерывистой алкогольной интоксикации / В.В. Лелевич, С.В. Лелевич // *Вес. акад. навук Беларусі. Сер. мед. навук*. – 2017. – № 3. – С. 22–28.
8. Шейбак, В.М. Влияние тритарга на спектр протеиногенных аминокислот в сыворотке крови и лимфоцитах / В.М. Шейбак, А.Ю. Павлюковец, М.В. Горещкая, Е.М. Дорошенко // *Экспериментальная и клиническая фармакология*. – 2011. – № 9. – С. 32–34.
9. Дорошенко, Е.М. Анализ аминокислот и родственных соединений хроматографическими методами / Е.М. Дорошенко, В.Ю. Смирнов // *В кн.: Современные проблемы биохимии. Методы исследований / под ред. проф. А.А. Чиркина*. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – С. 104–132.
10. Дорошенко, Е.М. Структура пула свободных аминокислот и их производных плазмы крови у пациентов с ишемической болезнью сердца и проявлениями хронической сердечной недостаточности / Е.М. Дорошенко, В.А. Снежицкий, В.В. Лелевич // *Журнал Гродн. гос. мед. ун-та*. – 2017. – Т. 15, № 5. – С. 551–556.

## REFERENCES

1. Sheybak V.M. Hepatology and Gastroenterology, 2017, 2, pp. 158–163.
2. Sheybak V.M. *Zhurnal GrGMU* [Journal of GrSMU], 2018, 5, pp. 585–589.
3. Sheybak V.M. *Vestsi Natsiyanalnay akademii navuk Belarusi. Ser. med. navuk* [Journal of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical Sciences], 2012, 1, pp. 85–89.
4. Doroshenko Ye.M. *Novosti nauki i tekhniki. Ser.: Meditsina. Alkogolnaya bolezn* [News of Science and Technology. Medicine. Alcohol Abuse], 2001, 12, pp. 4–10.
5. Artemova O.V., Lelevich V.V. *Zhurnal GrGMU* [Journal of GrSMU], 2007, 3, pp. 25–28.
6. Chernykh A.A. *Ekologiya cheloveka* [Ecology of the Man], 2013, 7, pp. 59–63.
7. Lelevich V.V., Lelevich S.V. *Vestsi Natsiyanalnay akademii navuk Belarusi. Ser. med. navuk* [Journal of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical Sciences], 2017, 3, pp. 22–28.
8. Sheybak V.M., Pavlyukovets A.Yu., Goretskaya M.V., Doroshenko Ye.M. *Eksperimentalnaya i klinicheskaya farmakologiya* [Experimental and Clinical Pharmacology], 2011, 9, pp. 32–34.
9. Doroshenko Ye.M., Smirnov V.Yu. *Sovremenniye problemy biokhimii. Metody issledovaniy* [Modern Issues of Biochemistry. Research Methods], Minsk: Vysheyschaya shkola, 2013, pp. 104–132.
10. Doroshenko Ye.M., Snezhitski V.A., Lelevich V.V. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Journal of Grodno State Medical University], 2017, 15(5), pp. 551–556.

Поступила в редакцию 11.04.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: dgi03@mail.ru – Дорошенко Е.М.

УДК 597.55:591.87

# ОСОБЕННОСТИ ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАСШИРЕННОЙ И ПОГРАНИЧНОЙ ЧАСТЕЙ КИШЕЧНИКА У СРЕДНЕГО И КРУПНОГО ТОВАРНОГО КАРПА ГИБРИДНОЙ ПОРОДЫ

Д.С. Голубев\*, Д.Ф. Карелин\*, С.Л. Радченко\*\*

*\*Учреждение образования «Витебская ордена “Знак Почета”  
государственная академия ветеринарной медицины»*

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

*Несмотря на анатомические данные о строении кишечника у карповых, встречающиеся в литературе, гистологические особенности строения кишечного тракта в рассмотренной нами литературе найдено не было.*

*Цель статьи – изучение особенностей гистологического строения передней части среднего отдела кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана, выращенного в ОАО «Рыбхоз “Новинки”».*

**Материал и методы.** *Материалом послужили 5 особей среднего и крупного товарного карпа. Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.*

**Результаты и их обсуждение.** *При гистологическом исследовании установлено, что значения длины и ширины ворсинок слизистой оболочки кишечника на аналогичных участках у среднего и крупного товарного карпа отличаются мало. В то же время длина ворсинок в пограничной области кишечника увеличивается по сравнению с расширенной частью, а их ширина уменьшается. Определено, что средние значения толщины мышечной оболочки в расширенной и пограничной частях у среднего и крупного товарного карпа являются одинаковыми и не зависят от товарности рыбы. При сравнении толщины мышечной оболочки в расширенной и пограничной частях кишечника наблюдается ее увеличение в пограничной зоне у среднего и крупного товарного карпа.*

**Заключение.** *Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что значения длины и ширины ворсинок слизистой оболочки кишечника у среднего и крупного товарного карпа отличаются незначительно. Толщина мышечной и серозных оболочек расширенной части кишечника не зависит от товарности рыбы. У среднего и крупного товарного карпа длина и высота ворсинок слизистой оболочки в пограничной зоне взаимно соответствуют друг другу. Наблюдаемые изменения в мышечной оболочке подтверждают присутствие сфинктера на данном участке.*

**Ключевые слова:** *гистологическое строение, гибридная порода, слизистая оболочка, кишечные ворсинки, мышечная оболочка, серозная оболочка.*

## FEATURES OF HISTOLOGICAL STRUCTURE OF EXTENDED AND BORDER INTESTINAL PARTS OF MEDIUM AND LARGE SIZE COMMERCIAL HYBRID ROCK CARP

D.S. Golubev\*, D.F. Karelin\*, S.L. Radchenko\*\*

*\*Education Establishment “Vitebsk State Badge of Honour Order Academy of Veterinary Medicine”*

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

*Despite the anatomical data on the structure of the carp intestine, found in the literature, the histological features of the structure of the intestine tract were not found in the literature we reviewed.*

*The research purpose was a study of features of histological structure of the front of the intestine middle part of medium and large size commercial hybrid rock carp grown at Rybkhos Novinki Company.*

**Material and methods.** *The object of the research was 5 individuals of medium and large size commercial carp. All the research data were processed statistically with Microsoft Excel.*

**Findings and their discussion.** In histological examination, it was found that the values of the length and width of the villi of the intestinal mucosa in similar areas of the medium and large size commercial carp differ little. At the same time, the length of the villi in the border region of the intestine increases compared to the enlarged part, and their width decreases. It was found that the average values of the thickness of the muscular membrane in the expanded and borderline parts of the medium and large size commercial carp are the same and do not depend on the marketability of the fish. When comparing the thickness of the muscular membrane in the enlarged and borderline parts of the intestine, its increase in the borderline zone in the medium and large size commercial carp is observed.

**Conclusion.** The results of our studies suggest that the values of the length and width of the villi of the intestinal mucosa in the medium and large size commercial carp differ slightly. The thickness of the muscle and serous membranes of the enlarged part of the intestine does not depend on the merchandise of the fish. The length and height of the mucosal villi in the border zone of the medium and large size carp mutually correspond to each other. The observed changes in the muscular membrane indicate the presence of a sphincter at a given site.

**Key words:** histological structure, hybrid rock, mucous membrane, intestinal villi, muscular membrane, serous membrane.

**А**квакультура рассматривается не только в качестве основного поставщика водных продуктов. С ее помощью поддерживаются естественные популяции водных биологических ресурсов путем искусственного воспроизводства. Аквакультура (или рыбоводство) – это сектор животноводства, отрасль хозяйствования, вид экономической деятельности по разведению, обработке и реализации рыбы во всех водоемах [1].

Промысловое рыболовство известно как традиционное направление использования рыбных ресурсов. Не является исключением и Республика Беларусь. Дальнейшее перспективное расширение данной отрасли тесно связано с активным увеличением объемов производства товарной рыбы и снижением себестоимости ее выращивания [2; 3].

Успешное развитие товарного рыбоводства определяется множеством факторов, важнейшим из которых является переход на выращивание высокопродуктивных пород и кроссов рыб [4]. Существующая в настоящий момент схема межпородных скрещиваний предусматривает получение прямых и обратных гибридов. Карп – основной объект прудового рыбоводства Республики Беларусь. Его повсеместно разводят в искусственных прудах и естественных водоемах, он обладает хорошим темпом роста, высокими питательными и вкусовыми качествами [5].

Карповые (лат. Cyprinidae) – семейство лучепёрых рыб из отряда карпообразных (Cypriniformes). Тело обыкновенно покрыто чешуей, голова голая, край верхней челюсти образован межчелюстными костями, брюхо округлено, а если и имеет острый край, то без окостенений; жировых плавников нет; рот беззубый, но нижнеглоточные кости хорошо развиты и имеют 1, 2 или 3 ряда (нередко) жевательных зубов; размельчению пищи этими зубами способствует толстая роговая пластинка на расширенном конце выроста основания черепа.

У некоторых видов по уголкам рта есть короткие усики, выполняющие роль вкусовых рецепторов. Самое многочисленное семейство пресноводных рыб [6]. Теплолюбивый карп – полифаг, относится к бентосоядным рыбам с широким спектром питания и непрерывным потреблением пищи.

Во взрослом состоянии он может использовать детрит и растительность, что послужило биологическим обоснованием для применения кормов растительного происхождения при его выращивании. Все пищеварение осуществляется в кишечнике в щелочной или близкой к нейтральной среде. Поэтому карповые по строению пищеварительного тракта относятся к безжелудочным рыбам. Из глотки пища поступает в короткий пищевод, а затем – в кишечник. Кишечник у карпа представляет длинную, в передней части заметно расширенную, а затем постепенно суживающуюся трубку, которая образует около 8 петель [7].

Цель исследования – изучение особенностей гистологического строения передней части среднего отдела кишечника у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана, выращенного в ОАО «Рыбхоз «Новинки»».

**Материал и методы.** Работу по изучению гистологических показателей проводили на кафедре патологической анатомии и гистологии УО «ВГАВМ». Исходным материалом для исследований служил средний и крупный товарный карп гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана в количестве 5 от каждой группы особей в возрасте двух лет, приобретенных в ОАО «Рыбхоз «Новинки»».

Материалом для работы служили участки расширенного и пограничного участков кишечника (зона между расширенной и его обычной частями), которые были взяты у 5 особей каждой из групп. Для получения достоверного результата исследований изучаемые показатели определялись трижды от каждой особи карпа.

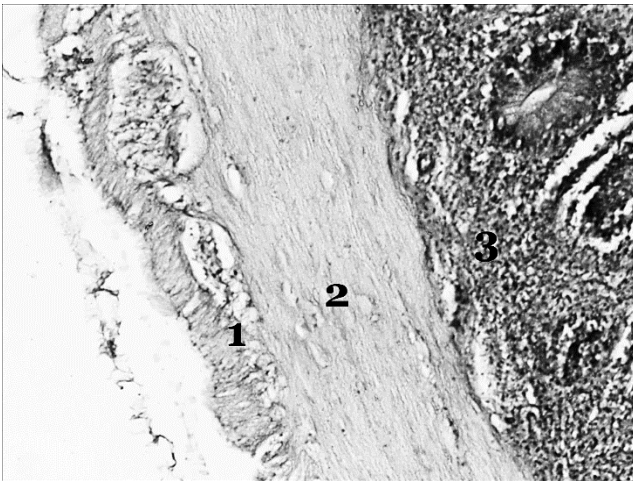
Извлеченные органы фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина и 70%-ном этиловом спирте. При отборе образцов стремились к оптимальной стандартизации всех методик, включающих фиксацию, проводку, заливку, приготовление блоков и гистологических срезов. Взятие проб осуществлялось не позднее 20 минут после убоя. Затем морфологический материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин. Изготавливали гистологические срезы толщиной 3–5 мкм на санном МС2 микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином.

Абсолютные измерения структурных компонентов осуществляли с помощью светового микроскопа «Olympus» модели VХ41 с цифровой фотокамерой системы «Altra20» с использованием программы «Score Photo» и проводили фотографирование цветных изображений (разрешением 1400 на 900 пикселей). Исследования осуществляли как на малом увеличении (объектив х10), так и на большом (объектив х40).

Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel, критерий Стьюдента на достоверность различий сравниваемых показателей оценивали по трем порогам вероятности:  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ .

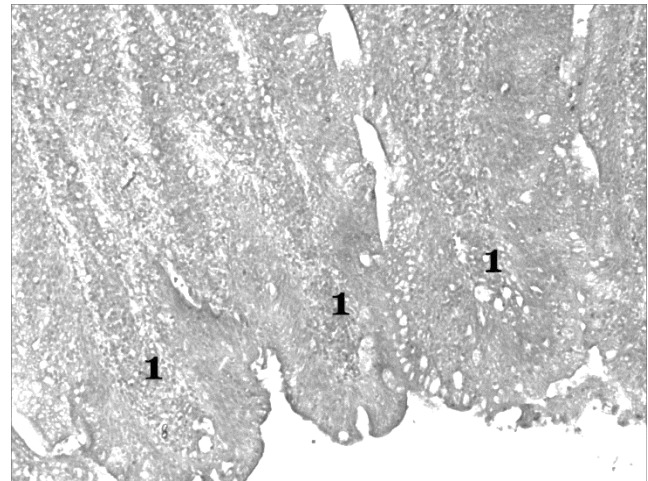
**Результаты и их обсуждение.** Гистологическая картина строения кишечника карповых идентична общему принципу строения трубчатых органов. Стенка представлена 3 основными оболочками: серозной, мышечной и слизистой.

Слизистая оболочка имеет более выраженные размеры, за счет наличия в своем составе четырех слоев (эпителиальной пластины, собственной пластины, мышечной пластины и подслизистой основы), которые нечетко разграничены. В мышечной оболочке хорошо просматривается циркулярный слой гладких миоцитов (рис. 1).



1 – серозная оболочка; 2 – мышечная оболочка;  
3 – слизистая оболочка

Рис. 1. Общий принцип гистологического строения стенки кишечника карпа. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: х100



1 – ворсинки слизистой оболочки кишечника

Рис. 2. Ворсинки слизистой оболочки расширенной части кишечника карпа. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: х100

Слизистая часть расширенной части кишечника имеет более толстые и выраженные ворсинки, которые покрыты однослойным призматическим эпителием (рис. 2). Также на поверхности ворсинок слизистой оболочки располагаются бокаловидные клетки, вырабатывающие слизь (рис. 3).

При изучении морфометрических показателей ворсинок слизистой оболочки расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа были получены следующие результаты (табл. 1).

Длина ворсинок слизистой оболочки расширенной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от  $393,15 \pm 14,96$  мкм до  $448,70 \pm 16,21$  мкм (среднее значение  $427,42$  мкм), ширина ворсинок составляет от  $67,94 \pm 4,74$  мкм до  $206,08 \pm 6,30$  мкм (среднее значение  $149,27$  мкм). У крупного товарного карпа параметры длины ворсинок колеблются от  $440,93 \pm 15,03$  мкм до  $452,83 \pm 10,32$  мкм (среднее значение  $441,09$  мкм), ширина находится в диапазоне от  $201,81 \pm 8,65$  мкм до  $205,07 \pm 10,63$  мкм (среднее значение  $202,90$  мкм). Таким образом, значения длины и ширины ворсинок у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана отличаются незначительно.



**Морфометрические показатели ворсинок слизистой оболочки расширенной части кишечника среднего и крупного товарного карпа**

№ п/п	Средний товарный карп		Крупный товарный карп	
	Длина (мкм)	Ширина (мкм)	Длина (мкм)	Ширина (мкм)
1	426,96±14,96	197,19±34,48	437,97±17,52	201,81±8,65
2	393,15±14,96	205,10±8,56	430,31±43,23	201,92±9,23
3	424,99±31,82	206,08±6,30	440,93±15,03	205,07±10,63
4	448,70±16,21	67,94±4,74	452,83±10,32	202,11±9,87
5	443,33±9,33	70,06±4,18	443,43±6,37	203,62±9,15

При измерении толщины мышечной оболочки расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа были получены результаты, представленные в табл. 2.

Таблица 2

**Толщина мышечной оболочки расширенной части кишечника среднего и крупного товарного карпа, мкм**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	177,89±6,80	174,21±3,60
2	171,70±3,94	172,88±4,11
3	170,70±3,98	173,54±5,58
4	176,29±20,66	176,08±16,30
5	178,80±21,19	165,93±16,84

Благодаря гистологическим исследованиям установлено, что толщина мышечной оболочки расширенной части кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 170,70±3,94 мкм до 178,80±21,19 мкм (среднее значение 175,07 мкм). У крупного товарного этот показатель составляет от 165,93±16,84 мкм до 176,08±16,30 мкм (среднее значение 172,52 мкм). Из полученных результатов видно, что данный параметр у среднего и крупного товарного карпа является одинаковым и не зависит от товарности рыбы.

Результаты измерений толщины серозной оболочки расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа даны в табл. 3.

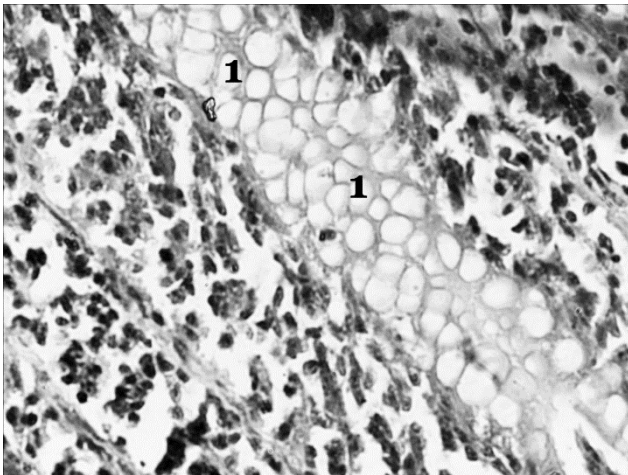
Таблица 3

**Толщина серозной оболочки расширенной части кишечника среднего и крупного товарного карпа, мкм**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	116,03±13,87	110,06±9,05
2	104,32±7,27	102,99±9,86
3	108,82±14,77	114,69±12,36
4	110,24±9,16	112,24±6,32
5	107,53±6,25	105,45±8,65

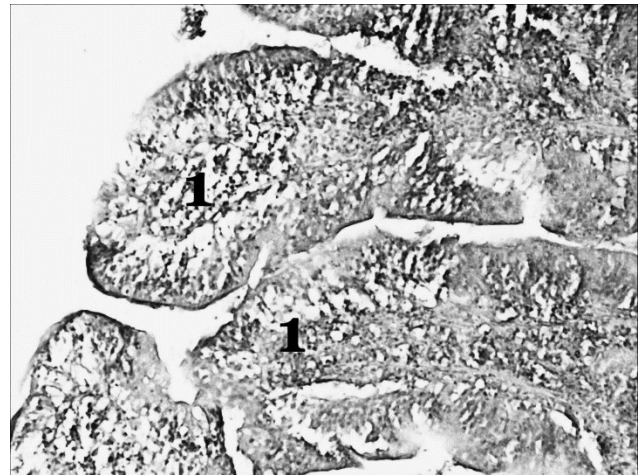
Как видно из данной таблицы, серозная оболочка в расширенной части кишечника у среднего товарного карпа составляет от 104,32±7,27 мкм до 116,03±13,87 мкм (среднее значение 109,38 мкм). У крупного товарного карпа этот показатель от 102,99±9,86 мкм до 114,69±12,36 мкм (среднее значение 109,08 мкм). Полученные результаты являются полностью идентичными.

Для дальнейшего сравнительного изучения была взята стенка кишечника пограничной области между расширенной и обычной частями кишечника. Как видно на рис. 4, слизистая имеет хорошо выраженные ворсинки такого же плана строения, как и в расширенной части кишечника.



1 – бокаловидные клетки слизистой оболочки кишечника

Рис. 3. Слизистая оболочка кишечника карпа с бокаловидными клетками. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: x400



1 – ворсинки слизистой кишечника

Рис. 4. Ворсинки слизистой оболочки кишечника между расширенной и обычной частями кишечника карпа. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Ув.: x100

Результаты линейных промеров ворсинок слизистой оболочки, расположенных в пограничной зоне между расширенной и обычной частями кишечника у среднего и крупного товарного карпа, представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Линейные показатели ворсинок слизистой кишечника, расположенных между расширенной и обычной частями**

№ п/п	Средний товарный карп		Крупный товарный карп	
	Длина (мкм)	Ширина (мкм)	Длина (мкм)	Ширина (мкм)
1	572,14±74,30	87,95±21,36	528,35±68,36	96,39±14,03
2	537,27±48,86	102,41±14,43	563,77±58,66	96,04±14,11
3	577,81±65,01	101,78±13,24	550,31±59,28	97,77±12,49
4	548,71±51,28	98,68±14,36	533,63±54,46	95,07±13,24
5	551,38±55,08	95,37±15,32	547,52±56,36	94,41±12,25

Длина ворсинок слизистой оболочки в пограничной зоне кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 537,27±48,86 мкм до 572,14±74,30 мкм (среднее значение 557,46 мкм), ширина ворсинок составляет от 87,95±21,36 мкм до 102,41±14,43 мкм (среднее значение 97,23 мкм). У крупного товарного карпа параметры длины ворсинок колеблются от 550,31±59,28 мкм до 563,77±58,66 мкм (среднее значение 544,71 мкм), ширина находится в диапазоне от 94,41±12,25 мкм до 97,77±12,49 мкм (среднее значение 95,93 мкм). Сравнивая полученные данные линейных измерений, можно сделать вывод, что у среднего и крупного товарного карпа длина и высота ворсинок слизистой оболочки в пограничной зоне между расширенной и обычной частями кишечника взаимно соответствует друг другу.

Однако при сравнении с аналогичными показателями слизистой оболочки в расширенной части кишечника отмечается увеличение длины ворсинок у среднего товарного карпа на 30,42% (p<0,01) и уменьшение ширины на 53,52% (p<0,01). У крупного товарного карпа наблюдается аналогичная картина: так, увеличение длины ворсинок происходит на 23,49% (p<0,05), а уменьшение их ширины – на 111,50% (p<0,001). Это свидетельствует о морфологических отличиях слизистой расширенной части

кишечника по сравнению с участком, где практически начинается обычный кишечник. Кроме того, можно говорить о различных функциях, которые выполняют участки слизистых оболочек расширенной и обычной частей кишечника. На данных участках начинают проявляться функции, которые более свойственны непосредственно для кишечника, т.е. функция всасывания.

При измерении толщины мышечной оболочки пограничной зоны расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа были получены результаты, зафиксированные в табл. 5.

Таблица 5

**Толщина мышечной оболочки пограничной зоны расширенной части кишечника  
среднего и крупного товарного карпа, мкм**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	240,11±12,69	237,70±11,81
2	235,72±9,83	240,97±12,32
3	237,24±11,67	236,37±10,57
4	236,84±9,35	238,46±11,23
5	238,65±7,56	238,84±11,55

Толщина мышечной оболочки в пограничной зоне кишечника у среднего товарного карпа колеблется от 235,72±9,83 мкм до 240,11±12,69 мкм (среднее значение 237,71 мкм). У крупного товарного этот показатель составляет от 237,70±11,81 мкм до 240,97±12,32 мкм (среднее значение 238,46 мкм). Из полученных результатов видно, что данный параметр у среднего и крупного товарного карпа является одинаковым и не зависит от товарности рыбы.

Сравнивая полученные результаты, можно сделать вывод, что у среднего и крупного товарного карпа толщина мышечной оболочки практически одинакова. Однако при сравнении с аналогичными показателями толщина мышечной оболочки в пограничной зоне кишечника у среднего и крупного товарного карпа увеличивается на 35,77% ( $p < 0,01$ ) и 38,22% ( $p < 0,01$ ) соответственно. Это увеличение может свидетельствовать о наличии своеобразного пилорического сфинктера в данной части кишечника.

Результаты измерений толщины серозной оболочки пограничной зоны расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа показаны в табл. 6. Как видно из данной таблицы, серозная оболочка пограничной зоны расширенной части кишечника у среднего товарного карпа составляет от 134,52±26,29 мкм до 140,69±19,15 мкм (среднее значение 130,85 мкм).

У крупного товарного этот показатель колеблется от 130,18±23,43 мкм до 139,63±27,37 мкм (среднее значение 134,76 мкм). Из полученных результатов следует, что размеры серозной оболочки у среднего и крупного товарного карпа одинаковы. При сравнении средних значений размеров серозной оболочки расширенной части кишечника с пограничной зоной значительных изменений не наблюдается.

Так, у среднего товарного карпа среднее значение составляет 109,38 мкм, а у крупного – 109,08 мкм. Увеличение толщины серозной оболочки в пограничной зоне у среднего товарного карпа происходит всего на 21,47 мкм, а у товарного карпа – на 25,68 мкм.

Таблица 6

**Толщина серозной оболочки пограничной зоны расширенной части кишечника  
среднего и крупного товарного карпа, мкм**

№ п/п	Средний товарный карп	Крупный товарный карп
1	121,48±28,79	139,63±27,37
2	140,69±19,15	130,18±23,43
3	118,12±20,15	136,29±25,51
4	134,52±26,29	134,46±24,52
5	139,45±21,15	133,27±22,84

**Заключение.** Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что значения длины и ширины ворсинок у среднего и крупного товарного карпа гибридной породы лахвинского чешуйчатого и амурского сазана отличаются незначительно. Толщина мышечной и серозных оболочек расширенной части кишечника у среднего и крупного товарного карпа является одинаковой и не зависит от товарности рыбы. В то же время стенка кишечника пограничной области между расширенной и обычной частями кишечника имеет хорошо выраженные ворсинки такого же принципа строения, как и в остальных частях кишечника. У среднего и крупного товарного карпа длина и высота ворсинок слизистой оболочки в пограничной зоне между расширенной и обычной частями кишечника взаимно соответствуют друг другу. Наблюдаемые изменения, просматриваемые в утолщении мышечной оболочки кишечника на пограничном участке, подтверждают наличие своеобразного пилорического сфинктера на данном участке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корнейко, О.В. Аквакультура в России: состояние и проблемы развития / О.В. Корнейко, М.Д. Покорменюк // АНИ: экономика и управление. – 2017. – № 4(21). – С. 202–204.
2. Башунова, Н.Н. Возможность выращивания помесей карпа в условиях Беларуси / Н.Н. Башунова, М.В. Книга // Известия ААН Республики Беларусь. – 1994. – № 2. – С. 93–96.
3. Рыбохозяйственная характеристика и оценка проявления эффекта гетерозиса у трехлетков двухпородных кроссов тремлянского карпа / М.В. Книга [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2010. – № 13(2). – С. 33–38.
4. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси / В.В. Кончиц [и др.]; ред. В.В. Кончиц; РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству». – Минск, 2011. – С. 3–5.
5. Кончиц, В.В. Оценка гетерозисного эффекта у межлинейных, межпородных и межвидовых кроссов карпа и использование их для повышения эффективности рыбоводства / В.В. Кончиц, М.В. Книга. – Минск: Тонпик, 2006. – 222 с.
6. Карповые [Электронный ресурс] // Википедия [2021]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?curid=269183&oldid=114415526>. – Дата доступа: 24.05.2021.
7. Строение и работа пищеварительной системы карпа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aquaristics.ru/pond/forage/stroenie-i-rabota-pishevaritelnoy-sistemy-karpa> из категории «Водоемы: Корма для рыб». – Дата доступа: 21.09.2021.

#### REFERENCES

1. Korneiko O.V., Pokormeniuk M.D. ANI: ekonomika i upravleniye [ANI: Economy and Management], 2017, 4(21), pp. 202–204.
2. Bashunova N.N., Kniga M.V. Izvestiya AAN Respubliki Belarus [Journal of the AAS of Belarus], 1994, 2, pp. 93–96.
3. Kniga M.V. Aktualniye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva [Current Issues of Intensive Development of Cattle Breeding], 2010, 13(2), pp. 33–38.
4. Konchits V.V. Rybovodno-biologicheskiye normy dlia ekspluatatsii prudovykh i sadkovykh khoziaistv Belarusi [Fish Breeding and Biological Norms for Operating Pond Farms in Belarus], RUP "Institut rybnogo khoziaistva", RUP "Nauchno-prakticheski tsentr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu", Minsk, 2011, pp. 3–5.
5. Konchits V.V., Kniga M.V. Otsenka geterozisnogo effekta u mezhlainykh, mezhpordnykh i mezhvidovykh krossov carpa i ispolzovaniye ikh dlia povysheniya effektivnosti rybovodstva [Assessment of Heterosis Effect of Interlinear, Interbreed and Interspecies Carp Crosses and their Use for Improving the Efficiency of Fish Breeding], Minsk: Tonpik, 2006, 222 p.
6. Karpoviye [Carp Fish] // Wikipedia [2021]. – Available at: <https://ru.wikipedia.org/?curid=269183&oldid=114415526>. – Accessed: 24.05.2021.
7. Stroyeniye i rabota pishchevaritelnoi sistemy karpa [Structure and Work of Carp Digestion System]. – Available at: <http://www.aquaristics.ru/pond/forage/stroenie-i-rabota-pishevaritelnoy-sistemy-karpa>. – Accessed: 21.09.2021.

Поступила в редакцию 01.12.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: ddr75@mail.ru – Голубев Д.С.

# ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ВЛИЯНИЯ *ROBINIA PSEUDOACACIA*

М.Н. Яхновец

Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ,  
Учреждение образования «Полесский государственный университет»

*Робиния лжеакация* относится к одному из самых распространенных древесных интродуцентов, проявляющих признаки инвазии. Вид запрещен к интродукции и (или) акклиматизации на территории Беларуси.

Целью наших исследований является оценка влияния инвазии *Robinia pseudoacacia* на ценолитическую структуру растительных сообществ Белорусского Полесья по геоботаническим показателям.

**Материал и методы.** Было заложено пять постоянных пробных площадей (ППП) с разной долей участия *R. pseudoacacia* на них. В ходе исследований использовались флористические, лесотаксационные, фотометрический, геоботанические и статистические методы.

**Результаты и их обсуждение.** Наблюдалась зависимость между количеством видов сосудистых растений в сообществах и концентрацией *R. pseudoacacia*. Число видов на площадках, где преобладает робиния лжеакация, меньше, чем на площадках с минимальной ее концентрацией или отсутствием. Коэффициент корреляции между количеством деревьев *R. pseudoacacia* и количеством древесных видов (без учета робинии лжеакации) на площадках равен  $-0,4$ ; между количеством деревьев *R. pseudoacacia* и количеством видов живого напочвенного покрова составил  $-0,32$ . Индекс Шеннона подтвердил эти результаты: наиболее разнообразным является сообщество с минимальным количеством растений *R. pseudoacacia* ( $H=2,4$ ), наименее разнообразным – сообщество с максимальным запасом робинии лжеакации ( $H=1,0$ ). Кластерный анализ показал, что наиболее сходны сообщества с высокой численностью *R. pseudoacacia*.

*R. pseudoacacia* обладает большим теневым эффектом, чем другие древесные породы. Световой поток под *R. pseudoacacia* в 3,2 раза меньше, чем под березой бородавчатой, в 2,5 раза меньше, чем под тополем дрожащим, и в 7,3 раза меньше, чем в зонах между выступами крон или на контакте выступов крон растений. *R. pseudoacacia* изменяет горизонтальную структуру сообществ, создавая мозаику.

**Заключение.** Массовое развитие *R. pseudoacacia* в растительных сообществах упрощает в них ценолитическую флору и создает мозаику.

**Ключевые слова:** постоянная пробная площадь, обилие Друде, формула древостоя, кластерный анализ, мозаичность, режим освещенности, фитогенное поле.

## FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES IN BELARUSIAN POLESIYE WITH DIFFERENT DEGREE OF *ROBINIA PSEUDOACACIA* INFLUENCE

M.N. Yakhnovets

A.D. Sakharov International State Ecological Institute of Belarusian State University  
Education Establishment "Polessky State University"

*Robinia pseudoacacia* is one of the most widely spread woody introducers with the features of invasion. The species is banned for introduction and (or) acclimatization on the territory of Belarus.

The aim of our research is to assess the impact of *R. pseudoacacia* invasion on the structure of plant communities in Belarusian Polesiye based on geobotanical parameters.

**Material and methods.** Five permanent sample plots (PSP) with different proportions of *R. pseudoacacia* on them were laid. During the research, floristic, forest taxation, photometric, geobotanical and statistical methods were used.

**Findings and their discussion.** A relationship was observed between the number of vascular plant species in communities and the concentration of *R. pseudoacacia*. The number of species on the plots where black locust prevails was less than on the plots with its minimum concentration or absence. The correlation coefficient between the number of *R. pseudoacacia* trees and the number of wooden plant species on the plot was  $-0,4$ ; and between the number of *R. pseudoacacia* trees and the number of living ground

cover species was  $-0,32$ . The Shannon index confirmed these results: the community with the least number of *R. pseudoacacia* individuals was the most diverse ( $H=2,4$ ), the community with the highest phytomass of *R. pseudoacacia* was the least diverse ( $H=1,0$ ). Cluster analysis showed that communities with a high abundance of *R. pseudoacacia* were the most similar.

*R. pseudoacacia* has a greater shade effect than other tree species. The luminous flux under *R. pseudoacacia* is 3,2 times less than under *Betula pendula*, 2,5 times less than under *Populus tremula*, and 7,3 times less than in zones between crone projections or on the contact of crone projections of plants. *R. pseudoacacia* changes the horizontal structure of communities, creating a mosaic, especially via the illumination regime.

**Conclusion.** The mass development of *R. pseudoacacia* in plant communities simplifies the coenotic flora in them and creates a mosaic.

**Key words:** permanent sample plot, Drude abundance, tree stand formula, cluster analysis, mosaic pattern, illumination regime, phytogenic field.

**И**нвазия, или массовое распространение отдельных чужеродных видов растений в экосистемах, – одна из актуальных глобальных экологических проблем современности, которая характерна также и для территории Беларуси. Большой интерес для изучения представляет инвазия древесных видов, которая обусловлена их биологическими особенностями и жизненными стратегиями. По сравнению с инвазионными видами травянистых жизненных форм древесные виды характеризуются значительной силой воздействия на окружающие растения через фитогенное поле и высокими темпами накопления фитомассы за один вегетационный сезон. К одному из таких видов относится робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.). На территории Беларуси этот вид запрещен к интродукции и (или) акклиматизации (в соответствии с Постановлением Минприроды РБ № 35 от 28.10.2016 г. и Постановлением Совета Министров РБ № 1002 от 07.12.2016 г.).

Робиния лжеакация – крупное листопадное дерево семейства *Fabaceae*, происходящее из Северной Америки. Вид появился на территории Беларуси в конце XVIII века в качестве декоративной и медоносной культуры. Но спустя время он начал проявлять ярко выраженные признаки экспансии. Сегодня вид относится к числу наиболее распространенных древесных интродуцентов в Беларуси, отмечен в 105 административных районах страны, где выявлено 1681 его местонахождение на общей площади 495 га. Максимальное количество мест произрастания *R. pseudoacacia* зарегистрировано на юге страны. Успешная экспансия *R. pseudoacacia* объясняется биологическими особенностями вида, дающими повышенную конкурентоспособность: растение обладает хорошо развитой корневой системой с аппаратом азотфиксации, продуцирует большое количество семян с высокой жизнеспособностью (семена могут сохранять всхожесть до 50 лет), характеризуется быстрым ростом, интенсивным вегетативным возобновлением, повышенной экологической пластичностью. Но в отличие от многих инвазионных растений *R. pseudoacacia* имеет довольно высокий потенциал для хозяйственного применения. Отмечается возможность использования вида в качестве декоративного, пищевого, кормового, медоносного, технического, лекарственного и фитомелиоративного растения [1].

Цель работы – оценка влияния инвазии *R. pseudoacacia* на ценозитическую структуру растительных сообществ Белорусского Полесья по геоботаническим показателям. Объектом исследования являются пробные сообщества с разной долей участия в них *R. pseudoacacia*, предметом – инвазия и влияние робинии лжеакалии; изменение структурных характеристик и экологических режимов сообществ под влиянием *R. pseudoacacia*.

Задачи: подобрать пробные площади для исследований; оценить различия флористического состава и таксационных показателей сообществ, а также режим освещенности нижних ярусов под влиянием фитогенных полей разных пород; сделать вывод о негативном и позитивном влиянии робинии лжеакалии на сообщество, ландшафт и его рекреационные качества.

**Материал и методы.** Полевые исследования проведены в августе – сентябре 2022 года. В пригороде г. Пинска (в юго-западных окраинах) было заложено пять постоянных пробных площадей (ППП) по 400 м<sup>2</sup>, каждая размером 15 x 27 м (табл. 1).

При выборе размеров ППП мы руководствовались рекомендациями [2; 3]. Учитывался принцип физико-экологической идентичности пробных площадей, которая заключалась в сходных положении в ландшафте, микрорельефе и почвенно-водных условиях. Перед закреплением площадок маршрутным методом было изучено общее распространение *R. pseudoacacia* в окрестностях г. Пинска. Площадки выбирались по принципу создания градиента густоты растений *R. pseudoacacia* от нуля (*R. pseudoacacia* отсутствует) до высокой плотности, характерной для данной местности.

На ППП № 1 содержится максимальное количество особей робинии лжеакация. ППП № 3 характеризует отсутствие особей данного вида. Кроме этого, были заложены 3 ППП, которые по содержанию на них робинии можно назвать промежуточными. Если рассматривать их в порядке убывания по количеству особей *R. pseudoacacia*, то получится следующий ряд: ППП № 5, ППП № 2, ППП № 4.

Углы пробной площади фиксировались колышками, а также привязывались на бумажном эскизе к небольшим местным объектам. Стороны участков выдерживались с помощью буссоли. В ходе сплошной инвентаризации деревья были отмечены бумажными наклейками с номерами. Сосудистые растения идентифицировали непосредственно в поле, либо по детальным фотографиям, либо по временному гербарии. Характеристики древостоев изучали с помощью лесотаксационных методов [3]. Диаметры деревьев измерялись на высоте 1,3 м над землей, высота определялась высотомером. Для оценки обилия видов использовали 6-балльную шкалу Друде [4]. Интенсивность света под кронами определяли люксметром Testo 545 в условиях ясного неба 18–19 августа в период с 13 до 18 часов.

Кластерный анализ сообществ проводился в программе STATISTICA 6.0. Индекс видового разнообразия Шеннона рассчитывался по формуле из [5]. Для расчета этого индекса доли видов брались исходя из оценки обилия по Друде, которые суммировались для всех видов в сообществе. Затем значения численности по Друде преобразовывались в пропорциональную дробную величину как доли единицы.

**Результаты и их обсуждение.** После изучения флористического состава сообществ была установлена принадлежность каждой ППП к типу сообщества – ассоциации (табл. 1). Площадки № 1, 4, 5 принадлежат к ассоциации *Robinia pseudoacacia – Chelidonium majus*, № 2 – *Populus tremula – Carex acutiformis*, № 3 – *Betula pendula – Carex acutiformis*. Значения концентрации *R. pseudoacacia* получены после сплошной инвентаризации и снятия биометрических характеристик деревьев.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика ППП**

Показатель	ППП № 1	ППП № 5	ППП № 2	ППП № 4	ППП № 3
Почвы	песчаные				
Урочища и фации	однотипные				
Ассоциация	<i>Robinia pseudoacacia – Chelidonium majus</i>	<i>Robinia pseudoacacia – Chelidonium majus</i>	<i>Robinia pseudoacacia – Chelidonium majus</i>	<i>Populus tremula – Carex acutiformis</i>	<i>Betula pendula – Carex acutiformis</i>
Количество деревьев <i>R. pseudoacacia</i>	130	47	35	19	0
Объем ствола <i>R. pseudoacacia</i> , м <sup>3</sup>	53,9	79	123,7	0,5	0
Объем ствола <i>Betula pendula</i> , м <sup>3</sup>	56,9	0	0	26,1	75
Состав древостоя (по количеству)*	10А+Б	10А+С	10А	6Т 2Б 1А 1Д	7Б 3Т+С
Состав древостоя (по запасу)*	5А 5Б	9А 1С	10А	6Т 3Б 1Д+А	8Б 2Т+С
Полнота	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7

Примечание: \* – А – робиния лжеакация, Б – береза бородавчатая, Д – дуб черешчатый, С – сосна обыкновенная, Т – тополь дрожащий.

Более точной характеристикой, иллюстрирующей обилие *R. pseudoacacia* в сообществе, а следовательно, и степень ее инвазии, является объем ствола. Из табл. 1 видно, что при большем количестве деревьев *R. pseudoacacia* имеет меньший объем древесины. Таким образом, формулы насаждений, основанные на объеме древесины, отличаются от формул, составленных по количеству древесных пород.

Наблюдалась зависимость между количеством видов сосудистых растений в сообществах (видовым богатством) и концентрацией *R. pseudoacacia*. Количество видов древесной растительности на площадках, где преобладает робиния лжеакация, меньше, чем на площадках с минимальной ее концентрацией или отсутствием (табл. 2). Корреляционный анализ между количеством деревьев *R. pseudoacacia* и количеством древесных видов (без учета робинии лжеакация) показал, что между данными признаками существует средняя обратная корреляция ( $r = -0,4$ ;  $p < 0,05$ ).

## Видовой состав древесной флоры

№ ППП	Вид	
1	1. <i>Robinia pseudoacacia</i> 2. <i>Acer negundo</i> 3. <i>Quercus robur</i> 4. <i>Betula pendula</i>	5. <i>Physocarpus opulifolius</i> 6. <i>Amelanchier ovalis</i> s.l. 7. <i>Sambucus nigra</i> 8. <i>Rhamnus frangula</i>
5	1. <i>Robinia pseudoacacia</i> 2. <i>Acer negundo</i> 3. <i>Acer platanoides</i> 4. <i>Quercus robur</i> 5. <i>Pinus sylvestris</i>	6. <i>Physocarpus opulifolius</i> 7. <i>Amelanchier ovalis</i> s.l. 8. <i>Rhamnus frangula</i> 9. <i>Ulmus glabra</i>
2	1. <i>Robinia pseudoacacia</i> 2. <i>Acer negundo</i> 3. <i>Acer platanoides</i> 4. <i>Quercus robur</i>	5. <i>Juniperus communis</i> 6. <i>Sambucus nigra</i> 7. <i>Rhamnus frangula</i>
4	1. <i>Robinia pseudoacacia</i> 2. <i>Acer negundo</i> 3. <i>Betula pendula</i> 4. <i>Populus tremula</i> 5. <i>Quercus robur</i> 6. <i>Pinus sylvestris</i> 7. <i>Rhamnus frangula</i> 8. <i>Malus domestica</i> 9. <i>Armeniaca vulgaris</i>	10. <i>Pyrus communis</i> 11. <i>Juniperus communis</i> 12. <i>Amelanchier ovalis</i> s.l. 13. <i>Sorbus aucuparia</i> 14. <i>Cerasus vulgaris</i> 15. <i>Aesculus hippocastanum</i> 16. <i>Prunus cerasifera</i> 17. <i>Rubus caesius</i>
3	1. <i>Acer negundo</i> 2. <i>Acer tataricum</i> 3. <i>Betula pendula</i> 4. <i>Betula pubescens</i> 5. <i>Populus tremula</i>	6. <i>Pinus sylvestris</i> 7. <i>Amelanchier ovalis</i> s.l. 8. <i>Quercus robur</i> 9. <i>Salix caprea</i> 10. <i>Rubus caesius</i>

В отношении растений живого напочвенного покрова (табл. 3) самый богатый список (17 видов) был в сообществе с минимальным количеством растений *R. pseudoacacia* (ППП № 4), а самый бедный список (7 видов) – в сообществе с максимальным запасом робинии лжеакалии (ППП № 2). Исследования с помощью индекса Шеннона подтверждают эти результаты: наиболее разнообразным является сообщество № 4 ( $H=2,4$ ), наименее разнообразным – № 2 ( $H=1,0$ ). Согласно проведенному корреляционному анализу между количеством деревьев *R. pseudoacacia* и количеством видов живого напочвенного покрова, между данными признаками существует средняя обратная корреляция ( $r = -0,32$ ;  $p < 0,05$ ).

Кластерный анализ флористического состава живого напочвенного покрова на основе списков видов со значениями их обилия иллюстрируется дендрограммой (рис. 1). Сообщества с наибольшей численностью *R. pseudoacacia* (№ 1, 2, 5) оказались наиболее похожими. Также сообщества с минимальной концентрацией (№ 4) и полным отсутствием *R. pseudoacacia* (№ 3) сходны по флористическому составу. Наименьшее сходство наблюдается между группами площадок с максимальным и минимальным (в т.ч. равным нулю) количеством робинии лжеакалии.



Флористический состав и обилие видов по Друде живого напочвенного покрова ППП

№ п/п	Вид	Количество ППП, где встречается вид	ППП № 1	ППП № 5	ППП № 2	ППП № 4	ППП № 3
1	<i>Carex acutiformis</i>	4	2	2	–	6	6
2	<i>Robinia pseudoacacia</i> (ювен.)	4	2	2	2	2	–
3	<i>Chelidonium majus</i>	3	5	6	6	–	–
4	<i>Physocarpus opulifolius</i>	2	2	2	–	–	–
5	<i>Hieracium umbellatum</i>	2	–	–	–	5	5
6	cf. <i>Tanacetum vulgare</i>	2	–	–	–	3	3
7	<i>Rubus caesius</i>	2	–	–	–	3	2
8	<i>Carex hirta</i>	2	–	–	–	2	2
9	<i>Calystegia sepium</i>	1	1	–	–	–	–
10	<i>Acer negundo</i> (ювен.)	1	2	–	–	–	–
11	<i>Quercus robur</i> (ювен.)	1	2	–	–	–	–
12	<i>Ballota nigra</i>	1	–	–	2	–	–
13	cf. <i>Festuca rubra</i>	1	–	–	–	–	2
14	<i>Poa trivialis</i>	1	–	–	–	–	2
15	cf. <i>Sonchus arvensis</i>	1	–	–	–	–	1
16	cf. <i>Bromopsis inermis</i>	1	–	–	–	–	2
17	<i>Cichorium intybus</i>	1	–	–	–	–	2
18	<i>Galium aparine</i>	1	–	–	–	2	–
19	<i>Trifolium medium</i>	1	–	–	–	2	–
20	<i>Peucedanum oreoselinum</i>	1	–	–	–	3	–
21	<i>Solidago virgaurea</i>	1	–	–	–	2	–
22	<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	–	–	–	3	–
23	<i>Agrostis tenuis</i>	1	–	3	–	2	–
<b>Количество видов живого напочвенного покрова</b>			<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>10</b>
<b>Индекс Шеннона</b>			<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>

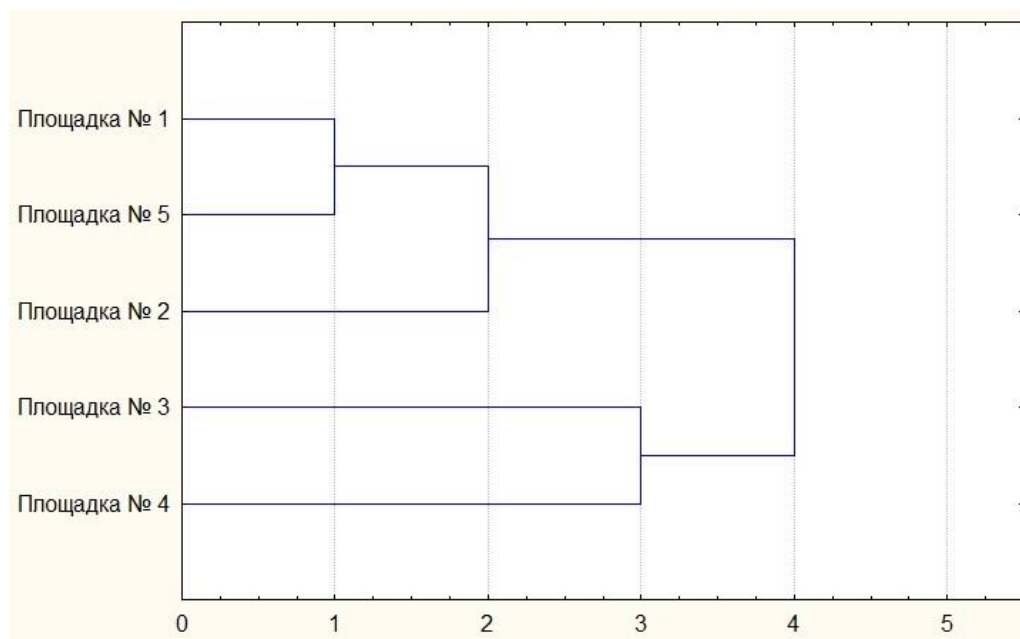


Рис. 1. Кластерный анализ флористического состава живого напочвенного покрова

Также были изучены изменения режима освещенности под кронами деревьев, находящихся на ППП (рис. 2). Эффект тени, обеспечиваемый видом растения, рассматривается здесь как часть его фитогенного поля. На каждой площадке с помощью люксметра выполнялось приблизительно по 30 замеров освещенности в разных точках участка. Режим освещенности под *R. pseudoacacia* сравнивался с режимом освещенности под другими видами деревьев и в парцеллах (под периферией крон). Видно, что *R. pseudoacacia* оказывает наибольший теневой эффект, чем другие населяющие фитоценоз древесные породы. Световой поток под *R. pseudoacacia* в 3,2 раза меньше, чем под березой бородавчатой, в 2,5 раза меньше, чем под тополем дрожащим, и в 7,3 раза меньше, чем в парцеллах. (Критические значения t-критерия Стьюдента рассчитывали для уровня значимости  $p < 0,05$ . Для каждого среднего арифметического значения для выборок была определена относительная погрешность (5%), которая была рассчитана в Microsoft Excel с помощью функции Предел погрешностей и показана в виде отрезков на столбчатой диаграмме). Следовательно, под *R. pseudoacacia* способны развиваться теневыносливые и тенелюбивые травянистые и кустарниковые виды растений.

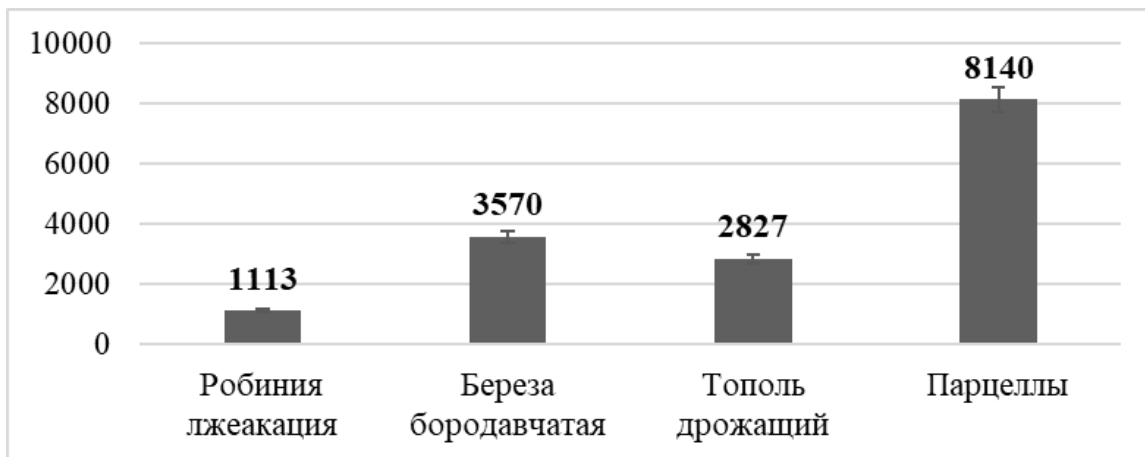


Рис. 2. Средние значения показаний люксметра под влиянием фитогенного поля разных пород и в парцеллах, люкс

*R. pseudoacacia* изменяет горизонтальную структуру сообществ, создавая мозаику. Мозаичность наблюдалась при измерениях режима освещенности напочвенного покрова. В местах наибольшей концентрации робинии лжеакация показания люксметра были ниже, чем в местах, где вид отсутствовал. Также в процессе исследований было выявлено, что при наличии робинии лжеакация общий фон растений живого напочвенного покрова несколько отличался, нежели при отсутствии данного вида. Установлены виды, имеющие тяготение к *R. pseudoacacia*. Наиболее характерным видом живого напочвенного покрова, составляющим фон площадок с большим количеством *R. pseudoacacia*, является *Chelidonium majus*. Другими видами, тяготеющими к робинии лжеакация, были *Physocarpus opulifolius*, *Calystegia sepium*, ювенильные *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Quercus robur*. Таким образом, общее количество видов, тяготеющих к робинии лжеакация, – 6 (из 23). Они отмечены только на ППП, где инвазия *R. pseudoacacia* наиболее ярко выражена. Также идентифицированы виды, избегающие *R. pseudoacacia*. Таких видов выявлено 5: *Poa trivialis*, *Cichorium intybus*, cf. *Festuca rubra*, cf. *Sonchus arvensis*, cf. *Bromopsis inermis*. Данные виды обнаружены на площадке № 3, где отсутствует робиния лжеакация.

Визуально очень заметно, что в сообществе № 1 – здесь количество *R. pseudoacacia* максимально – живой напочвенный покров не так обильен, как на остальных ППП. Наблюдаются участки, где живой напочвенный покров может вовсе отсутствовать. Мертвопокровность в данном сообществе составила около 70%. Далее по мере уменьшения *R. pseudoacacia* мертвопокровность сообществ уменьшается: на ППП № 2 и 5 она составляет около 20%, в сообществе № 4 – около 10%, а в сообществе № 3 – около 5%. Живой напочвенный покров двух последних сообществ является наиболее обильным, густым и эстетичным.

В результате исследований, проведенных на территории Украины, *R. pseudoacacia* (вместе с *A. negundo*) были отнесены к группе аллелопатически сильноактивных [6]. Анализ и оценка распространения робинии лжеакации на территории Беларуси показали, что наиболее широко она распространена в Полесском регионе, где основными местами ее произрастания являются территории вдоль автомобильных и шоссейных дорог. Отсюда идет внедрение данного вида растений в лесные экосистемы и на пустошные земли [7]. Также проводились исследования инвазионных видов растений в лесах юго-востока Беларуси. Максимальное количество инвазионных видов (16) отмечено в лесах, состоящих из насаждений *A. negundo*+*R. pseudoacacia*. Рассматриваемые фитоценозы по степени инвазительности отнесены к сильноинвазительным [8]. Также при исследовании чужеродных видов природно-антропогенных ландшафтов юго-востока Беларуси было выявлено, что из древесных инвазионных видов максимально распространены *R. pseudoacacia* и *A. negundo*, что говорит о высокой степени адвентизации и синантропизации, практически полном отсутствии лесных видов [9]. Проблема инвазии *R. pseudoacacia* присутствует также и в Минске, где наблюдается неконтролируемое распространение данного вида по пустырям, пойменным землям, обочинам железных дорог и окраинам лесных массивов, что в будущем может вызвать ряд серьезных проблем по борьбе с ним [10]. Но имеются также сведения и о положительной роли этого вида. Исследования, проведенные в Польше, показали, что *R. pseudoacacia* играет положительную роль в процессе закрепления песка и почвообразования на территориях, подвергающихся мелиорации [11].

Несмотря на хозяйственную ценность робинии, важен регулярный контроль за ее воздействием на природные растительные сообщества и состояние биоразнообразия. В Республике Беларусь сложилась ситуация, при которой следует применять меры по ограничению распространения данного вида. Необходимо соблюдать запрет на использование *R. pseudoacacia* в благоустройстве и озеленении. Нельзя допускать распространения в природную среду. Нужно проводить разъяснительную работу с населением. Поскольку полное искоренение робинии лжеакации затруднительно, наиболее эффективным считается искоренение на ранних этапах онтогенеза. Допустимо кольцевание деревьев. Эффективно сочетание механических способов (рубка) с использованием гербицидов для обработки пней, пневой и корневой поросли. Непосредственная борьба с распространением робинии заключается в прямом удалении сеянцев и проростков высотой до 30 см путем скашивания или перекопки (в том числе вдоль границы зарослей на ширину 3–5 м) с удалением корневых тяжей, которые служат для вегетативного размножения [12].

**Заключение.** Сообщества, подобранные по принципу максимальной схожести характеристик, содержали разное количество деревьев *R. pseudoacacia* для выявления инвазии данного вида. Изучение пяти таких сообществ позволило сделать следующие выводы:

1. Между видовым богатством сообществ и концентрацией *R. pseudoacacia* наблюдалась зависимость. Коэффициент корреляции между количеством деревьев *R. pseudoacacia* и количеством древесных видов на площадках равен  $-0,4$ ; между количеством деревьев *R. pseudoacacia* и количеством видов живого напочвенного покрова составил  $-0,32$ . В сообществах с максимальным запасом робинии лжеакации видовой состав беднее (индекс Шеннона варьировал от 1,0 до 1,8), в то время как на площадках с отсутствием или минимальной концентрацией *R. pseudoacacia* видовой состав богаче (индекс Шеннона составил 2,2–2,4). Подобные закономерности показал также кластерный анализ.

2. Одной из наиболее сильных составляющих фитогенного поля робинии лжеакации является притенение растений нижнего яруса листовой мозаикой. Световой поток под *R. pseudoacacia* в 3,2 раза меньше, чем под березой бородавчатой, в 2,5 раза меньше, чем под тополем дрожащим, и в 7,3 раза меньше, чем в парцеллах.

3. *R. pseudoacacia* изменяет горизонтальную структуру сообществ, создавая мозаику. Мозаичность наблюдалась при измерениях режима освещенности напочвенного покрова. При наличии робинии лжеакации общий фон растений живого напочвенного покрова отличался, нежели при отсутствии данного вида. Установлено 6 видов, имеющих тяготение к *R. pseudoacacia*, и 5 видов, ее избегающих. В сообществах с большей концентрацией робинии лжеакации мертвopoкpовность выше. Живой напочвенный покров сообществ с отсутствием или минимальным количеством *R. pseudoacacia* более обильный, густой и эстетичный.

Массовое развитие *R. pseudoacacia* в растительных сообществах упрощает в них ценотическую структуру флоры и создает мозаику. Необходим регулярный контроль за воздействием данного вида на природные растительные сообщества и состояние биоразнообразия. Однако, наряду с негативным влиянием на флористическое разнообразие растительных сообществ Белорусского Полесья, *R. pseudoacacia* имеет массу положительных эффектов и является более ценным видом с хозяйственной точки зрения, чем другие инвазионные виды (в частности *A. negundo*).

Автор выражает признательность М.А. Джусу (г. Минск), Е.О. Юрченко (г. Белосток) и Л.М. Мерзвинскому за помощь в определении некоторых видов растений, а также за содействие в написании и публикации статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Яхновец, М.Н. Оценка биологической активности экстрактов из листьев *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* на проростках тест-культур / М.Н. Яхновец, Е.О. Юрченко // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2023. – № 1. – С. 20–31.
2. Андреева, Е.Н. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева [и др.]. – СПб.: НИИ химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
3. Ипатов, В.С. Описание фитоценоза: метод, рекомендации / В.С. Ипатов, Д.М. Мирин. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. – 71 с.
4. Раменский, Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова / Л.Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
5. Daly, A.J. Ecological diversity: measuring the unmeasurable [Electronic resource] / A.J. Daly, J.M. Baetens, B. De Baets // Mathematics. – 2018. – Vol. 6, no. 119. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/math6070119>. – Date of access: 20.08.2023.
6. Еременко, Ю.А. Аллелопатические свойства адвентивных видов / Ю.А. Еременко // Промышленная ботаника. – Донецк: Донецкий ботанический сад НАН Украины, 2012. – Вып. 12. – С. 188–193.
7. Оценка распространения робинии лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) на территории Беларуси / Л.С. Чумаков [и др.] // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. по материалам XI Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 5–7 окт. 2016 г. / Гродн. гос. ун-т им. Я. Купалы; редкол.: В.Н. Бурдь (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2016. – С. 80–81.
8. Гусев, А.П. Оценка инвазивности лесных формаций и типов леса юго-востока Белоруссии / А.П. Гусев, А.С. Соколов // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 29 апр. 2021 г. / Брянск. гос. инженерно-технолог. ун-т; редкол.: Г.В. Левкина (отв. ред.), М.П. Бокачева. – Брянск: Изд-во БГИТУ, 2021. – С. 30–34.
9. Гусев, А.П. Чужеродные виды растений в островных лесах природно-антропогенных ландшафтов юго-востока Беларуси / А.П. Гусев, А.С. Соколов // Вестн. Віцеб. дзярж. ун-та. – 2021. – № 3(112). – С. 21–28.
10. Клен ясенелистый (*Acer negundo* L.) и робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) – чужеродные виды в зеленых насаждениях г. Минска / Л.С. Чумаков [и др.] // Экологический вестник. – 2014. – № 3(29). – С. 92–97.
11. Rahmonov, O. The chemical composition of plant litter of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and its ecological role in sandy ecosystems / O. Rahmonov // Acta Ecologica Sinica. – 2009. – No. 29. – S. 237–243.
12. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д.В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В.И. Парфенова, А.В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.: ил.

#### REFERENCES

1. Yakhnovets M.N., Yurchenko E.O. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya* [Journal of the Belarusian State University. Ecology], Minsk: BGU, 2023, 1, pp. 20–31.
2. Andreyeva E.N. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* [Methods for Studying Forest Communities], SPb.: St. Petersburg: Research Institute of Chemistry, St. Petersburg State University, 2002, 240 p.
3. Ipatov V.S., Mirin D.M. *Opisaniye fitotsenoza: metod. rekomendatsii* [Description of Phytocenosis: Guidelines], SPb.: Izd-vo SPbGU, 2008, 71 p.
4. Ramensky L.G. *Izbranniye raboty. Problemy i metody izucheniya rastitel'nogo pokrova* [Selected Works. Problems and Methods of Studying Vegetation], L.: Nauka, 1971, 334 p.
5. Daly, A.J. Ecological diversity: measuring the unmeasurable [Electronic resource] / A.J. Daly, J.M. Baetens, B. De Baets // Mathematics. – 2018. – Vol. 6, no. 119. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/math6070119>. – Date of access: 20.08.2023.
6. Eremenko Yu.A. *Promyshlennaya botanika* [Industrial Botany], Donetsk: Donetsk Botanical Gardens of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2012, 12, pp. 188–193.
7. Chumakov L.S. *Aktualniye problemy ekologii: sb. nauch. st. po materialam XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Grodno, 5–7 okt. 2016 g.* [Current Problems of Ecology: A Collection of Scientific Articles Based on the Materials of the 11th Intern. Scientific and Practical. Conf., Grodno, October 5–7, 2016], Grodno, 2016, pp. 80–81.
8. Gusev A.P., Sokolov A.P. *Sreda, okruzhayushchaya cheloveka: prirodnaya, tekhnogennaya, sotsialnaya: materialy X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Briansk, 29 apr. 2021 g.* [Human Environment: Natural, Technogenic, Social. Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Briansk, April 29, 2021], Briansk: Izd-vo BGITU, 2021, pp. 30–34.
9. Gusev A.P., Sokolov A.P. *Vestnik VDU* [Bulletin of Vitebsk State University], 2021, 3(112), pp. 21–28.
10. Chumakov L.S. *Ekologicheski vestnik* [Ecological Bulletin], 2014, 3(29), pp. 92–97.
11. Rahmonov O. The chemical composition of plant litter of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and its ecological role in sandy ecosystems / O. Rahmonov // Acta Ecologica Sinica. – 2009. – No. 29. – S. 237–243.
12. Dubivik D.V. *Chernaya kniga flory Belarusi: chuzherodniye vredonosniye rasteniya* [Black Book of Belarus Flora: Alien Harmful Plants], Minsk: Belaruskaya navuka, 2020, 407 p.

Поступила в редакцию 15.09.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: maksim.yakhnovets@gmail.com – Яхновец М.Н.



# ПЕДАГОГІКА

УДК 796.011.3:796.07(476.5)

## ИНТЕГРАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ОБЩЕЙ ХИМИИ И ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАТЕЛЬНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ И ЕДИНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ

Е.Я. Аршанский, А.А. Белохвостов, И.С. Борисевич,  
В.Н. Нарушевич, Т.А. Толкачева

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

*В статье изложена идея обучения студентов общей химии и физике с учетом содержательных взаимосвязей и единых методических подходов, реализованная в предложенной авторской модели.*

*Цель исследования – разработка и обоснование модели преподавания общей химии и физики посредством содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.*

**Материал и методы.** *Материалом послужили нормативно-правовая и программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), труды ученых по указанным вопросам, опыт работы авторов со студентами.*

**Результаты и их обсуждение.** *Приводится анализ содержания учебных дисциплин «Общая химия» и «Общая физика» с позиции содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.*

*Представленная модель преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов включает четыре структурных компонента: мотивационно-целевой, структурно-содержательный, процессуально-деятельностный и оценочно-результативный. В рамках статьи более детально рассмотрены особенности мотивационно-целевого и структурно-содержательного компонентов.*

**Заключение.** *Таким образом, содержание курсов общей химии и общей физики, структурированное на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов к обучению студентов, выполняет содержательно-связующую, организационно-координационную, инструментально-технологическую, контрольно-прогностическую и практико-ориентирующую функции, которые излагают целостность структурно-содержательного компонента модели преподавания общей химии и общей физики посредством содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.*

**Ключевые слова:** *содержательные взаимосвязи, интегративная концепция, структурные компоненты модели, общая химия, общая физика.*

# INTEGRATION MODEL OF TEACHING GENERAL CHEMISTRY AND PHYSICS ON THE BASIS OF CONTENT RELATIONS AND COMMON METHODOLOGICAL APPROACHES

Ye.Ya. Arshanski, A.A. Belokhvostov, I.S. Borisevich,

V.N. Narushevich, T.A. Tolkacheva

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

*The article presents an idea of teaching students General Chemistry and Physics taking into account content relations and common methodological approaches, which was implemented in the suggested author's model.*

*The research purpose is the development and substantiation of the model of General Chemistry and Physics teaching by means of content relations and common methodological approaches.*

**Material and methods.** *The research material was normative legal as well as curriculum and methodological papers on the issue (Academic Standards of the Republic of Belarus, curricula and syllabuses etc.), works by scholars on the issues, the authors' experience of work with students.*

**Findings and their discussion.** *An analysis of the content of the academic disciplines of General Chemistry and General Physics is given from the point of view of content relations and common methodological approaches.*

*The presented model of General Chemistry and Physics teaching on the basis of content relations and common methodological approaches includes four structural components: the motivation and purpose, the structural and content, the process and activity and the assessment and result ones. Features of the motivation and purpose and the structural and content components are considered in detail in the article.*

**Conclusion.** *Thus, the content of the academic courses of General Chemistry and General Physics, which is structured on the basis of content relations and common methodological approaches to teaching students, performs the content and connection, the organization and coordination, the instrument and technological, the control and prognostic and the practice oriented functions which present the integrity of the structure and content component of the model of teaching General Chemistry and General Physics by means of content interconnections and common methodological approaches.*

**Key words:** *content relations, integrated concept, structural components of the model, General Chemistry, General Physics.*

**В** настоящее время проблема реализации междисциплинарных взаимосвязей при изучении студентами учреждений высшего образования естественнонаучных учебных дисциплин часто декларируется, но отсутствуют соответствующая теоретическая база и конкретные методические разработки. Это объясняет потребность написания и обоснования интегративной концепции преподавания естественнонаучных дисциплин с учетом содержания и общих методических подходов.

Цель исследования – разработка и обоснование модели преподавания общей химии и физики посредством содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.

**Материал и методы.** Материалом послужили нормативно-правовая и программно-методическая документация по проблеме исследования (образовательные стандарты Республики Беларусь, учебные программы и планы и др.), труды ученых по указанным вопросам, опыт работы авторов со студентами.

**Результаты и их обсуждение.** Учебные дисциплины «Общая химия» и «Общая физика» являются фундаментом химической и физической составляющей подготовки будущего специалиста химико-биологического и физико-математического направления соответственно. Эти учебные дисциплины выступают как связующее звено между общим средним и высшим образованием. Именно курсы общей химии и общей физики подготавливают необходимый прочный базис для изучения других специальных учебных дисциплин химического и физического профиля [1]. Поэтому разработанная нами интегративная концепция преподавания студентам естественнонаучных дисциплин была реализована на материале курсов общей физики и общей химии.

Основными идеями создания интегративной концепции преподавания студентам дисциплин естественнонаучного цикла (далее Концепция) послужили: объекты природы, процессы и явления, изучаемые естественными науками и требующие комплексного освоения, которое обеспечивается с помощью установления содержательных взаимосвязей между отдельными науками; единые подходы к изучению физических и химических понятий, теорий, законов и закономерностей, способствующие наиболее полному осознанию сущности физико-химических процессов, строения и свойств веществ; взаимосвязи методов исследований, используемые в химии и физике и создающие основу для применения единых

методов и приемов обучения этим наукам, среди которых приоритетными являются наблюдение, эксперимент и моделирование [2].

Разработанная нами модель преподавания общей химии и физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов включает четыре структурных компонента: мотивационно-целевой, структурно-содержательный, процессуально-деятельностный и оценочно-результативный. В рамках этой статьи более детально рассмотрим особенности мотивационно-целевого и структурно-содержательного компонентов (рис.).

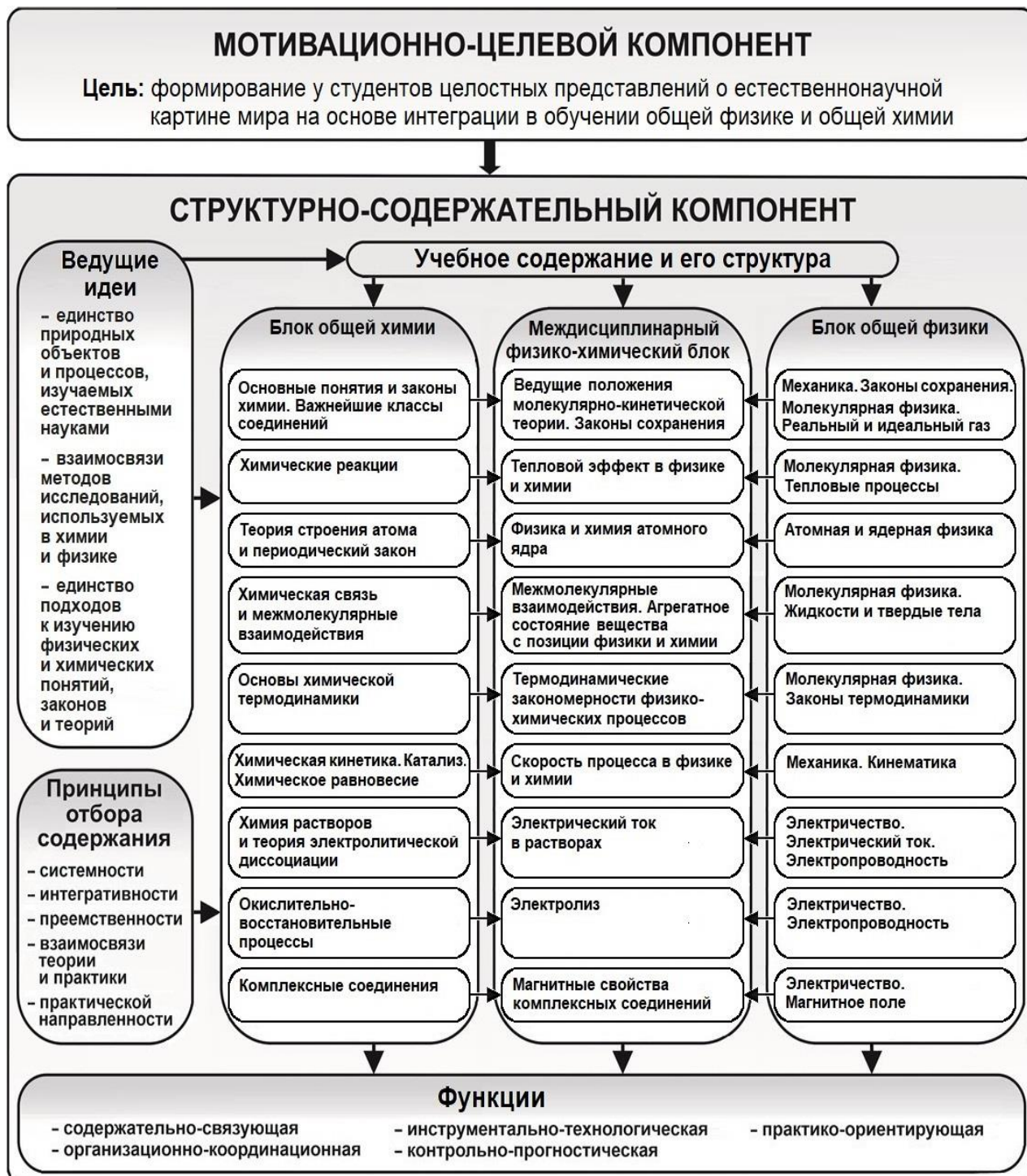


Рис. Мотивационно-целевой и структурно-содержательный компоненты модели преподавания общей химии и общей физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов

**Мотивационно-целевой компонент** включает цель подготовки будущего специалиста, что предполагает формирование у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира на основе интеграции в обучении общей физики и общей химии. Указанный компонент выполняет ключевую роль по отношению ко всем остальным компонентам в представленной модели, т.к. именно он нацеливает студентов на выполнение соответствующей учебной деятельности. В качестве ведущего стимула выступает осознанное понимание студентами того, что достигнуть успеха в познании фундаментальных свойств Вселенной возможно только на основе взаимосвязи знаний об окружающем мире, а также значимости приобретения практического опыта такой деятельности. Особенно важно показать студентам взаимосвязи между физическими и химическими понятиями, законами, теориями, фактами и методами исследования, определяющими содержательную интеграцию курсов общей физики и общей химии.

**Структурно-содержательный компонент** включает ведущие идеи интегративной концепции преподавания студентам дисциплин естественнонаучного цикла [3; 4], принципы отбора и структуру содержания блоков общей химии, общей физики и междисциплинарного физико-химического блока, а также реализуемые при этом функции. Рассмотрим более подробно принципы, на которые мы опирались при отборе учебного содержания в рамках реализуемой Концепции.

**Принцип системности** предполагает формирование у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира на основе осознанного понимания единства фундаментальных понятий, законов и теорий, осваиваемых в курсах общей химии и общей физики.

**Принцип интегративности** подразумевает установление содержательных взаимосвязей между теоретическими вопросами, изучаемыми в рамках общей химии и общей физики (строение атома, молекулярно-кинетическая теория, межмолекулярные взаимодействия, термодинамика, кинетика, электричество и др.), а также единство и взаимосвязи между методами исследования, применимыми в этих науках (физико-химический эксперимент и др.).

**Принцип преемственности** в единстве с принципом интегративности обеспечивает установление подобных соотношений между целями, содержанием, методами и средствами обучения, которые позволяют строить каждый новый этап методической подготовки с опорой на прошлый опыт обучающихся и, таким образом, облегчают их адаптацию к условиям обучения на следующем этапе обучения.

**Принцип взаимосвязи теории и практики** базируется на закономерностях: практика – источник познания и область приложения теоретических результатов; чем больше приобретаемые студентами знания и умения связаны с будущей профессиональной деятельностью, тем выше сознательность обучения и интерес к нему [5].

**Принцип практической направленности** предполагает усиление практической составляющей в процессе изучения студентами общей химии и общей физики на интегративной основе.

**Содержание разработанной нами модели** преподавания общей химии и общей физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов, отобранное посредством указанных выше принципов, имеет структуру, включающую три блока: «Блок общей химии», «Блок общей физики» и «Междисциплинарный физико-химический блок». Последний возник в результате интеграции содержания двух традиционных блоков – общей химии и общей физики. Содержательное наполнение каждого блока в соответствии с предложенной моделью представлено в табл.

Таблица

**Содержание курсов общей химии и общей физики, структурированное на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов к обучению студентов**

Блок «Общая химия»	Блок «Общая физика»	Междисциплинарный физико-химический блок
<b>Основные понятия и законы химии</b> Предмет химии. Разделы химии и их взаимосвязь. Типы химических частиц: атомы, молекулы, простые и сложные ионы, макромолекулы. Типы химических формул (эмпирическая,	<b>Механика. Законы сохранения</b> Понятие об энергии как количественной мере движения материи. Работа и энергия. Законы сохранения.	<b>Основные положения молекулярно-кинетической теории. Законы сохранения</b> Понятие о материи. Конкретные виды материи: вещество и поле.



<p>молекулярная, структурная, пространственная) и области их применения. Расчеты по химическим формулам. Структурные единицы в химии. Молекулярная и немолекулярная структура, особенности веществ с этими типами структуры. Закон постоянства состава Пруста. Закон кратных отношений Дальтона. Закон простых объемных отношений Гей-Люссака. Закон Авогадро и выводы из него. Атомы и молекулы, их размеры и массы. Относительные атомные и молекулярные массы. Постоянная Авогадро. Моль – единица количества вещества. Молярная масса и молярный объем. Важнейшие классы неорганических соединений</p>	<p><b>Молекулярная физика. Реальный и идеальный газ</b> Массы атомов и молекул. Количество вещества. Понятие об идеальном и реальном газе. Распределение молекул газа по направлениям движения в состоянии равновесия. Число ударов молекул газа о стенку. Давление идеального газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение кинетической теории газов для давления. Уравнение состояния идеального газа. Законы идеального газа. Распределение молекул газа по скоростям. Постановка задачи о распределении молекул по компонентам скоростей и по абсолютным значениям скорости. Отклонение реальных газов от идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса</p>	<p>Представления об атомах, молекулах на основе молекулярно-кинетической теории строения вещества, а также о законах сохранения и количественных характеристиках вещества. Закон сохранения массы и энергии и его значение в физике и химии</p>
<p><b>Химические реакции</b> Понятия системы, фазы, процесса. Гомогенные и гетерогенные системы и процессы. Химическая реакция как процесс. Понятия реагента, продукта. Классификации химических реакций. Тепловой эффект химической реакции. Типы уравнений химических реакций: молекулярное, полное и сокращенное ионные, с использованием структурных формул. Термохимические уравнения. Схемы реакций. Стехиометрические схемы. Расчеты по химическим уравнениям и стехиометрическим схемам</p>	<p><b>Молекулярная физика. Тепловые процессы</b> Молекулярно-кинетический смысл температуры. Температура и ее измерение. Эмпирические температурные шкалы. Идеально-газовая шкала температур. <b>Молекулярная физика. Основы термодинамики</b> Процессы в термодинамике. Термодинамический метод. Внутренняя энергия, работа и теплота. Выражение для внутренней энергии идеального газа. Работа, совершаемая системой при изменениях ее объема</p>	<p><b>Тепловой эффект в физике и химии</b> Теплообмен как процесс изменения внутренней энергии без совершения работы. Применение понятия «температура» при рассмотрении теплового эффекта химической реакции. Теплоты образования химических соединений. Закон Гесса и следствия из него</p>
<p><b>Теория строения атома и периодический закон</b> Строение атома. Ядро как динамическая система протонов и нейтронов. Устойчивость ядер. Виды радиоактивности. Период полураспада. Ядерные реакции и превращения химических элементов. Исходные теоретические и экспериментальные предпосылки решения внутренних противоречий планетарной модели атома. Корпускулярно-волновой дуализм. Кванты. Уравнение Планка. Фотоны. Квантовомеханическая модель атома водорода. Квантовые числа как параметры, определяющие состояние электрона в атоме. Главное (n), орбитальное (l), магнитное (ml), спиновое (ms) квантовые числа. Физический смысл квантовых чисел. Понятие об электронном облаке. Атомные орбитали (АО). Основное и возбужденное</p>	<p><b>Атомная и ядерная физика</b> Порядки величин и энергий для атомно-молекулярных и ядерных явлений. Специфика законов микромира. Явления, подтверждающие сложность строения ядра. Элементарный электрический заряд и открытие электрона. Дискретность процессов испускания и поглощения излучения. Квантование орбит. Магнитные свойства атомов, пространственное квантование. Характеристика квантового состояния волновой функцией. Операторы физических величин. Нестационарное и стационарное уравнения Шредингера.</p>	<p><b>Физика и химия атомного ядра</b> Состав и характеристики атомных ядер. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы. Модели ядер. Теория атома водорода по Бору, ее внутренние противоречия. Волны де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Спин электрона. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.</p>

Продолжение табл.

<p>состояние. Пространственная форма атомных орбиталей (s, p, d, f). Многоэлектронные атомы. Последовательность заполнения АО. Электронные схемы, электронные формулы и электронно-графические схемы атомов. Периодический закон в свете представлений о строении атома. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Периоды, группы, подгруппы. Особенности электронных конфигураций атомов элементов групп А и В. Элементы s-, p-, d-, f- семейств. Взаимосвязь положения элемента в периодической системе с электронным строением его атома и свойствами элемента. Свойства элементов, изменяющиеся периодически и не периодически. Основные характеристики атомов: атомные радиусы, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Изменение характеристик атомов по группам и периодам. Значение периодического закона для развития науки. Границы и эволюция периодической системы химических элементов</p>	<p>Уравнение Шредингера для атома водорода. Разделение переменных. Условие нормировки. Уровни энергии, волновые функции и распределение плотности вероятности. Момент импульса электрона и его проекции. Классификация состояний и спектр атома водорода. Общая характеристика оптических спектров многоэлектронных атомов. Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Общие закономерности радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Спектр бета-частиц. Проблема массы нейтрино. Гамма-излучение ядер. Деление ядер под действием нейтронов</p>	<p><b>Многоэлектронные атомы</b> Закономерности заполнения орбиталей в атомах: принцип Паули, принцип наименьшей энергии, правило Хунда. <b>Ядерные реакции</b> Ядерная реакция как процесс превращения атомного ядра под действием других частиц. Спонтанное деление ядер. Радиоактивные семейства. Трансурановые элементы. Цепная реакция. Синтез легких ядер. Термоядерный синтез</p>
<p><b>Химическая связь и межмолекулярные взаимодействия</b> Основные типы химической связи. Ковалентная связь. Метод валентных связей (МВС). Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи. Свойства ковалентной связи (длина, прочность, насыщенность, направленность, полярность, поляризуемость) и их количественные характеристики. Энергия ковалентных связей. Направленность и насыщенность ковалентной связи. Гибридизация АО. Типы гибридизации и геометрия молекул. Полярность связей и полярность молекул. <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-связи. Кратность связи. Факторы, влияющие на прочность связи. Поляризуемость ковалентной связи. Зависимость поляризуемости связи от ее природы и длины. Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Влияние водородной связи на свойства веществ. Метод молекулярных орбиталей (ММО): делокализация электронной плотности между всеми ядрами. <math>\sigma</math>- и <math>\pi</math>-молекулярные орбитали как линейные комбинации s- и p-атомных орбиталей. Связывающие и разрыхляющие МО. Принципы заполнения МО. Типы кристаллических решеток, образованные веществами с ковалентной связью в молекулах. Свойства этих веществ.</p>	<p><b>Молекулярная физика. Жидкости и твердые тела</b> Энергия молекулы. Колебательное и вращательное движения молекул. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Строение жидкостей. Тепловое движение в жидкостях. Особенности явлений переноса в жидкостях. Свойства поверхностного слоя жидкости. Поверхностное натяжение. Явления на границе жидкости и твердого тела. Краевой угол. Смачиваемость. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Испарение жидкостей. Теплота испарения. Температурная зависимость давления насыщенных паров. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Зависимость давления насыщенных паров от кривизны поверхности. Характерные черты кристаллического состояния. Анизотропия кристаллов. Понятие о симметрии кристаллов. Кристаллические решетки. Решетки Браве. Классификация решеток Браве по кристаллографическим системам. Физические типы кристаллических решеток. Понятие о природе сил связи в кристаллах. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты. Дислокация.</p>	<p><b>Межмолекулярные взаимодействия</b> Понятие о межмолекулярном взаимодействии. Энергия межмолекулярного взаимодействия и ее связь с физическими свойствами вещества. <b>Агрегатное состояние вещества с позиции физики и химии</b> Понятие агрегатного состояния вещества. Основные агрегатные состояния: плазма, газ, жидкость, кристалл. Упорядоченность частиц и особенности их взаимодействия в каждом из агрегатных состояний. Кристаллическое и аморфное состояния веществ</p>

<p>Ионная связь. Ионные кристаллические решетки. Свойства веществ с ионным типом связи.</p> <p>Металлическая связь. Особенности электронного строения атомов элементов, способных к образованию металлической связи. Типы кристаллических структур (молекулярная, атомная, ионная, металлическая), особенности физико-химических свойств веществ с различными типами химической связи</p>	<p>Теплоемкость твердых тел. Классическая теория. Понятие о квантовой теории теплоемкости твердых тел. Формула Планка для средней энергии линейного гармонического осциллятора. Теория Эйнштейна теплоемкости твердых тел. Кристаллизация и плавление. Сублимация</p>	
<p><b>Основы химической термодинамики</b></p> <p>Понятие функции состояния. Изменение внутренней энергии системы. Энтальпия. Энтропия. Законы химической термодинамики.</p> <p>Изобарно-изотермический потенциал (энергия Гиббса). Роль энтальпийного и энтропийного факторов в направленности процессов при различных условиях. Прогнозирование возможности протекания химических реакций и физико-химических процессов. Связь константы равновесия с термодинамическими функциями состояния</p>	<p><b>Молекулярная физика. Законы термодинамики</b></p> <p>Внутренняя энергия идеального газа. Работа, совершаемая системой при изменениях ее объема. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики и вычисление теплоемкости вещества. Классическая теория теплоемкостей идеального газа. Круговые процессы. Работа при круговых процессах. Первое начало термодинамики в применении к круговому процессу. Тепловые и холодильные машины. Недостаточность первого начала термодинамики для однозначного описания процессов, происходящих в природе.</p> <p>Второе начало термодинамики. Постулаты Кельвина и Клаузиуса и их эквивалентность.</p> <p>Циклы в термодинамике. Цикл Карно и его к.п.д. Теоремы Карно. Математическое выражение второго начала термодинамики для обратимых процессов. Равенство Клаузиуса. Постоянство энтропии при обратимых процессах в замкнутой системе. Основное уравнение термодинамики для обратимых процессов. Вычисление энтропии идеального газа. Неравенство Клаузиуса. Возрастание энтропии при необратимых процессах в замкнутой системе. Общая формулировка второго начала термодинамики.</p> <p>Закон возрастания энтропии и превращение теплоты в работу. Статистический смысл необратимости термодинамических процессов. Равновесное состояние системы как наиболее вероятное. Связь энтропии и термодинамической вероятности состояния системы. Формула Больцмана. Энтропия как мера беспорядка в системе</p>	<p><b>Термодинамические закономерности физико-химических процессов</b></p> <p>Понятие работы. Кинетическая и потенциальная энергия. Внутренняя энергия, работа и теплота.</p> <p>Процессы в термодинамике. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Формулировка основного постулата, выражающего второе начало термодинамики</p>

Продолжение табл.

<p><b>Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие</b>          Необратимые и обратимые процессы. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Смещение химического равновесия при изменении концентрации реагентов, давления и температуры.          Скорость химической реакции. Настоящая, мгновенная и средняя скорость. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Влияние площади поверхности на скорость реакции в гетерогенной среде. Зависимость скорости реакции от температуры. Температурный коэффициент скорости реакции, правило Вант-Гоффа.          Понятие об активных молекулах и энергии активации процесса. Уравнение Аррениуса как более точное описание температурной зависимости скорости реакции.          Катализ. Влияние катализаторов на скорость реакции. Виды катализа: гомогенный, гетерогенный, автокатализ. Механизм каталитического действия. Понятие об ингибиторах</p>	<p><b>Механика. Кинематика</b>          Понятие о материальной точке. Относительность механического движения. Системы отсчета. Отсчет времени и отсчет положения точки в пространстве. Способы задания положения точки в пространстве. Скорость и ее проекции на оси координат. Единицы скорости. Ускорение, ее проекции на оси координат. Касательное и нормальное ускорения. Единицы ускорения. Графики пути, скорости и ускорения механического движения. Кинематический закон движения, задачи кинематики. Нахождение законов движения точки по заданным ускорению и начальным условиям. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.          Кинематика твердого тела. Твердое тело как неизменяемая система точек. Понятие о числе степеней свободы. Число степеней свободы для точки, системы точек, твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение тела. Угол вращения, угловая скорость, угловое ускорение. Угловая скорость как вектор. Связь между векторами линейной и угловой скорости. Связь между линейным и угловым ускорениями при вращательном движении. Плоскопараллельное движение твердого тела</p>	<p><b>Скорость процесса в физике и химии</b>          Микроскопическое и макроскопическое состояния системы. Макроскопические параметры. Термодинамическое равновесие. Равновесные процессы. Понятие о скорости как о векторной величине в механике и скалярной величине применительно к химической реакции</p>
<p><b>Химия растворов и теория электролитической диссоциации</b>          Характеристика дисперсных систем и их классификация.          Истинные растворы. Механизм и энергетика процесса растворения. Коэффициент растворимости и его зависимость от температуры. Кривые растворимости. Насыщенные и пересыщенные растворы. Кристаллизация твердых веществ из растворов. Кристаллогидраты. Растворимость газов. Зависимость растворимости газов от температуры и их парциального давления.          Способы выражения содержания вещества в растворе. Массовая и молярная (молярная) доля растворенного вещества. Массовая концентрация. Молярная концентрация. Моляльность.          Электролиты и неэлектролиты. Основные положения теории электролитической диссоциации. Механизм диссоциации веществ с различным типом химической связи.</p>	<p><b>Электричество. Электрический ток. Электропроводность</b>          Законы постоянного тока. Электрическое поле при наличии постоянного тока. Уравнение непрерывности. Обобщенный закон Ома. Стационарные электродвижущие силы. Дифференциальная форма закона Джоуля–Ленца. Работа, совершаемая при прохождении тока, развиваемая мощность.          Электрические цепи постоянного тока. Линейные цепи. Правила Кирхгофа. Методы анализа линейных цепей. Переходные процессы в цепи с конденсатором. Токи в сплошной среде. Заземление линий передач.          Классическая теория электропроводности и ее затруднения. Зависимость электропроводности от температуры, явление сверхпроводимости.</p>	<p><b>Электрический ток в растворах</b>          Отличительные особенности жидкостей. Идеальная жидкость.          Коллигативные свойства растворов. Закон Генри, закон Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия. Осмос и обратный осмос.          Растворение как физико-химический процесс. Тепловые явления при растворении. Молекула воды как электрический диполь. Понятие об относительной диэлектрической проницаемости воды.          Электрический ток в электролитах. Механизм электропроводности электролитов. Зависимость их электропроводности от температуры</p>

<p>Степень электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Истинная и кажущаяся степени диссоциации. Понятие о коэффициенте активности. Применение закона действующих масс к процессу диссоциации слабых электролитов. Константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Смещение равновесия диссоциации слабых электролитов.</p> <p>Кислоты, основания, соли с точки зрения электролитической диссоциации. Ступенчатая диссоциация. Протолитическая теория кислот и оснований. Понятие о других теориях кислотно-основного взаимодействия.</p> <p>Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель рН. Понятие о буферных системах.</p> <p>Равновесие в насыщенных растворах малорастворимых электролитов. Константа растворимости.</p> <p>Реакции ионного обмена в растворах электролитов, их механизм и условия смещения равновесия.</p> <p>Гидролиз. Общие представления о гидролизе различных классов соединений. Обратимый и необратимый гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Факторы, смещающие равновесие гидролиза</p>	<p>Электропроводность газов. Основные типы газового разряда. Плазменное состояние вещества. Термоэлектронная эмиссия.</p> <p>Понятие о зонной теории твердых тел. Расщепление энергетических уровней и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов. Собственная проводимость полупроводников. Примесная (электронная и дырочная) проводимость. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости полупроводников</p>	
<p><b>Окислительно-восстановительные процессы</b></p> <p>Классификация окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Окислители и восстановители. Методы электронного баланса и ионно-электронный (полуреакций). Роль среды в протекании окислительно-восстановительных процессов.</p> <p>Понятие о гальваническом элементе. Водородный электрод сравнения. Стандартные электродные потенциалы. Электрохимический ряд напряжений (стандартных электродных потенциалов) металлов. Уравнение Нернста и зависимость окислительно-восстановительного потенциала от температуры, рН, концентрации окисленной и восстановленной форм. Прогнозирование направления ОВР в растворах.</p> <p>Понятие о коррозии металлов и основные способы защиты от нее</p>	<p><b>Электричество. Электропроводность</b></p> <p>Превращение энергии, выделяющейся в химических реакциях, в электрическую. ЭДС, напряжение, мощность, коэффициент полезного действия, емкость химических источников тока. Работа гальванического элемента.</p> <p>Первый и второй законы Фарадея. Устройство электролизера. Электролиз в технике. Электрохимическая обработка металлов. Гальванопластика. Гальваностегия</p>	<p><b>Электролиз</b></p> <p>Движение ионов в электрическом поле.</p> <p>Электролиз как окислительно-восстановительный процесс. Электролиз расплавов, водных растворов электролитов и его практическое значение.</p> <p>Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента и окислительно-восстановительной реакции</p>
<p><b>Комплексные соединения</b></p> <p>Природа химической связи в комплексных (координационных) соединениях. Внешняя и внутренняя сферы комплексов. Характеристика лигандов. Координационное число и заряд комплексообразователя. Основные классы комплексных соединений.</p> <p>Электролитическая диссоциация комплексных соединений. Устойчивость комплексных ионов в растворах. Константы нестойкости и устойчивости. Химические свойства комплексных соединений</p>	<p><b>Электричество. Магнитное поле</b></p> <p>Понятие о магнитном поле. Магнитный момент элементарного тока. Механизмы намагничивания. Вектор намагниченности. Напряженность магнитного поля.</p> <p>Диамагнетика и парамагнетика. Природа диамагнетизма</p>	<p><b>Магнитные свойства комплексных соединений</b></p> <p>Взаимодействие комплексных соединений с внешним магнитным полем. Парамагнитные и диамагнитные комплексные соединения, особенности их строения</p>

**Заключение.** Таким образом, содержание курсов общей химии и общей физики, структурированное с учетом содержательных взаимосвязей и единых методических подходов к обучению студентов, выполняет следующие функции:

- *содержательно-связующую*, обеспечивающую осознанное понимание студентами фундаментальных содержательных взаимосвязей между университетскими курсами общей физики и общей химии через интеграцию понятий, законов, теорий, фактов и методов исследования, что позволяет формировать у студентов целостные представления о естественнонаучной картине мира;
- *организационно-координационную*, наиболее полно производящую согласованность и координацию в изучении материала посредством установления содержательных взаимосвязей между курсами общей физики и общей химии (наиболее полно реализуется в содержании междисциплинарного физико-химического блока);
- *инструментально-технологическую*, состоящую в том, что осмысление студентами содержательных взаимосвязей между общей физикой и общей химией обосновывает общность физико-химических методов научного исследования, а также создает условия для применения единых методов обучения студентов соответствующим учебным дисциплинам;
- *контрольно-прогностическую*, позволяющую получить информацию об уровне сформированности у студентов целостных представлений о естественнонаучной картине мира посредством содержательной интеграции в обучении общей физике и общей химии;
- *практико-ориентирующую*, требующую максимального приближения учебной деятельности студентов при интегративном изучении общей химии и общей физики к будущей практической деятельности специалиста.

Следовательно, указанные функции определяют целостность структурно-содержательного компонента модели преподавания общей химии и общей физики на основе содержательных взаимосвязей и единых методических подходов.

*Исследование выполнено в рамках проекта БРФФИ по договору № Г22-080.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аршанский, Е.Я. Интегративная концепция преподавания студентам естественнонаучных дисциплин: идеи и перспективы реализации / Е.Я. Аршанский, Д.А. Антонович, Т.А. Толкачева, А.А. Белохвостов, О.М. Балаева-Тихомирова // Достижения науки и образования. – 2022. – № 5(85). – С. 17–19.
2. Аршанский, Е.Я. Специфика обучения химии в физико-математических классах / Е.Я. Аршанский // Химия в школе. – 2002. – № 6. – С. 23–29.
3. Аршанский, Е.Я. Методы обучения студентов общей химии и физике в контексте реализации интегративной концепции преподавания естественнонаучных дисциплин / Е.Я. Аршанский // Актуальные проблемы химического и экологического образования. Верховский–150: сб. материалов 68-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 11–13 мая 2023 г. / Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена; под науч. ред. Ю.Ю. Гавронской. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2023. – С. 164–167.
4. Нарушевич, В.Н. Особенности методики организации методической подготовки будущего учителя биологии и химии на предметно-интегративной основе / В.Н. Нарушевич // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 74-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 18 февр. 2022 г. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, 2022. – С. 462–464.
5. Белохвостов, А.А. Информационно-коммуникационные технологии как средство усиления методической направленности изучения физической и коллоидной химии / А.А. Белохвостов, И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский // Біялогія і хімія. – 2017. – № 9. – С. 13–19.

#### REFERENCES

1. Arshanski Ye.Ya., Antonovich D.A., Tolkacheva T.A., Belokhlostov A.A., Balayeva-Tikhomirova O.M. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya* [Advances in Science and Education], 2022, 5(85), pp. 17–19.
2. Arshanski Ye.Ya. *Khimiya v shkole* [Chemistry at School], 2002, 6, pp. 23–29.
3. Arshanski Ye.Ya. *Aktualniye problemy khimicheskogo i ekologicheskogo obrazovaniya. Verkhovskiy–150: sb. materialov 68-i Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiyem, Sankt Peterburg, 11–13 maya 2023 g.* [Current Issues of Chemical and Ecological Education. Verkhovskiy–150: Proceedings of the 68<sup>th</sup> All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, St. Petersburg, May 11–13, 2023], SPb.: Izd-vo RGPU im. A.I. Gertsena, 2023, pp. 164–167.
4. Narushevich V.N. *Nauka – obrazovaniyu, proizvodstvu, ekonomike: materialy 74-i Region. nauch.-prakt. konf. prepodavatelei, nauch. sotrudnikov i aspirantov, Vitebsk, 18 fevr. 2022 g.* [Science – for Education, Industry, Economy: Proceedings of the 74<sup>th</sup> Regional Scientific and Practical Conference of Teachers, Researchers and Postgraduates, Vitebsk, February 18, 2022], Vitebsk, 2022, pp. 462–464.
5. Belokhlostov A.A., Borisevich I.S., Arshanski Ye.Ya. *Biyologiya i khimiya* [Biology and Chemistry], 2017, 9, pp. 13–19.

Поступила в редакцию 22.09.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: met\_him@mail.ru – Аршанский Е.Я.

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КРУГОВОЙ ТРЕНИРОВКИ В УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ПО СПОРТИВНЫМ ВИДАМ БОРЬБЫ УЧЕБНО-СПОРТИВНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Е.П. Казимиров**

*Учреждение образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины»*

*Ключевая задача метода круговой тренировки в учебно-спортивных отделениях по спортивным видам борьбы в учреждениях высшего образования – повышение уровня общей физической подготовки студентов в достижении высоких спортивных результатов.*

*Цель работы – обоснование использования метода круговой тренировки, влияющего на эффективность развития и совершенствования двигательных способностей студентов-спортсменов, занимающихся спортивными видами борьбы в учреждениях высшего образования.*

**Материал и методы.** Исследования проводились со студентами I–V курсов ( $n = 24$ ), отнесенными по состоянию здоровья к основной медицинской группе в учебно-спортивном отделении вольной борьбы спортивного комплекса «Витебской ордена “Знак Почета” государственной академии ветеринарной медицины» в рамках типовой учебной программы «Физическая культура» для учреждений высшего образования, в период с 1.09.2020 г. по 30.05.2021 г.

**Методы:** анализ научно-методической литературы, анкетирование, педагогический эксперимент, контрольно-педагогическое исследование, математическая статистика.

**Результаты и их обсуждение.** В статье рассматриваются результаты, полученные в ходе применения экспериментальных вариантов метода круговой тренировки для повышения уровня общефизической подготовки у студентов-спортсменов учебно-спортивного отделения вольной борьбы в учреждении высшего образования. Результаты проведенных исследований показывают эффективность применения метода круговой тренировки в развитии и совершенствовании двигательных способностей, положительно влияющих на повышение уровня общефизической подготовки студентов-борцов вольного стиля в их достижении высоких спортивных результатов.

**Заключение.** Использование метода круговой тренировки при проведении учебно-тренировочных занятий в учебно-спортивных отделениях по спортивным видам борьбы в учреждениях высшего образования способствует повышению уровня общефизической подготовки как основы специальной физической подготовки, эффективно влияющей на овладение студентами-спортсменами навыками, предъявляемыми современным требованиям системы спортивной тренировки, при достижении высоких спортивных результатов.

**Ключевые слова:** круговая тренировка, учебно-спортивное отделение, борцы вольного стиля, оценка уровня общефизической подготовки.

## THE EFFICIENCY OF USING CIRCULAR TRAINING METHOD IN THE SPORT TYPE WRESTLING TRAINING PROCESS AT UNIVERSITY SPORTS DEPARTMENTS

**E.P. Kazimirov**

*Education Establishment “Vitebsk State Order of Badge of Honor Academy of Veterinary Medicine”*

*The key task of the circular training method at university sports wrestling departments is to increase the level of general physical fitness of students in achieving high sports results.*

*The purpose of the work is to substantiate the use of the circular training method, which affects the effectiveness of the development and improvement of the motor abilities of university student-athletes engaged in sports types of wrestling.*

**Material and methods.** The research was carried out with the 1st to the 5th year students ( $n = 24$ ), assigned for health reasons to the main medical group at the Sports Department of the Free-Style Wrestling Sports Complex "Vitebsk State Order of Badge of Honor Academy of Veterinary Medicine" within the framework of the standard curriculum "Physical Education" for establishments of higher education from 1.09.2020 to 30.05.2021.

The methods were analysis of scientific and methodological literature, questionnaires, pedagogical experiment, control and pedagogical research, mathematical statistics.

**Findings and their discussion.** The article discusses the results obtained during the application of experimental versions of the circular training method to increase the level of general physical training of student-athletes of the Academy Sports Department of Freestyle Wrestling. The results of the conducted research show the efficiency of the circular training method in the development and improvement of motor abilities that positively affect the increase in the level of general physical training of freestyle wrestlers in their achievement of high sports results.

**Conclusion.** The use of the circular training method during training sessions at sports departments of sports wrestling at universities contributes to improving the level of general physical training, as the basis of special physical training, effectively affecting the mastery of student-athletes skills required by modern requirements of the sports training system, when achieving high sports results.

**Key words:** round-robin training, sports department, freestyle wrestlers, assessment of the level of general physical training.

**Б**урный рост значительных успехов в мировом студенческом спорте требует неустанного поиска новых, более эффективных средств, методов и организационных форм подготовки студентов-спортсменов высокого класса. В этой связи важнейшую роль играет дальнейшее улучшение качественного показателя методики общей физической подготовки, являющейся основой и ведущим компонентом современной системы спортивной тренировки [1], в том числе и в спортивных видах борьбы.

Совершенствование общефизической подготовки во многом зависит от успешной разработки эффективных средств и методов формирования разнообразных двигательных способностей. Однако все двигательные способности связаны между собой и взаимно дополняют друг друга. Исходя из этого следует, что развитие и совершенствование одних способствует лучшему проявлению других [2]. Например, нельзя успешно развивать быстроту, не увеличивая силу, и наоборот. Один и тот же борец быстрее выполнит бросок меньшего по весу соперника. При тех же равных условиях, но при совершенной броска более тяжелого противника потребуются большая затрата физической силы и времени. Следовательно, чем сильнее становится борец, тем лучше он сможет проявить качество силы во взаимодействии с быстротой.

Борцу необходимы в сравнительно равной степени все двигательные способности: сила, например, при подъеме соперника как в стойке, так и из партера, особенно при активном его сопротивлении; быстрота – выполнение технического действия в медленном темпе отрицательно повлияет на качество тщательно подготовленного приема; ловкость – ситуации во время поединка непредсказуемы, что требует от борца принятия мгновенного решения на выполнение порой противоположно задуманному действия; гибкость – большая подвижность в суставах на основе морфофункциональных свойств суставного и нервно-мышечного аппарата спортсмена позволит ему чувствовать себя уверенным как в оборонительных, так и в атакующих действиях; выносливость – комплекс двигательных навыков борца реализуется в высоком соревновательном темпе (в течение 6 минут основного соревновательного времени согласно международным правилам), а сами состязания, по регламенту, могут проходить 3–4 дня, что требует от спортсмена обладания особым качеством – турнирной выносливостью [3]. Целенаправленная общефизическая подготовка проходит в течение всего годового учебно-тренировочного цикла и в зависимости от его периода и этапов методика, направленная на развитие необходимых двигательных способностей, используется по-разному. В этой связи особое место занимает планирование данных мероприятий с целью эффективного развития общей и специальной физической подготовки, осуществляемой с использованием метода круговой тренировки. Уникальность данного метода заключается еще и в том, что ему можно найти применение в различных вариантах тестирования динамики роста уровня развития двигательных способностей [4]. Таким образом, объединять ряд разнородных циклических упражнений в одну целостную тренировочную нагрузку оказалось весьма эффективным в достижении поставленных задач, тогда как при раздельном их использовании результат оказывается весьма ограниченным [5]. Исходя из этого следует вывод, что, интегрируя их, можно более эффективно достичь желаемых результатов в росте комплексного развития двигательных способностей, успешно влияющих на общую работоспособность организма студентов-спортсменов учебно-спортивных отделений спортивных видов борьбы в учреждениях высшего образования.



Цель работы – обоснование использования метода круговой тренировки, влияющего на эффективность развития и совершенствования двигательных способностей студентов-спортсменов, занимающихся спортивными видами борьбы в учреждениях высшего образования.

**Материал и методы.** Исследования проводились в учебно-спортивном отделении вольной борьбы на базе спортивного комплекса учреждения высшего образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины» со студентами-спортсменами ( $n = 24$ ), отнесенными по состоянию здоровья к основной медицинской группе, где учебно-тренировочные занятия проходят в рамках типовой учебной программы «Физическая культура» для учреждений высшего образования. Комплектация и формирование контрольной (КГ – юноши,  $n = 12$ ) и экспериментальной (ЭГ – юноши,  $n = 12$ ) групп, состоящих из студентов-спортсменов I–V курсов, опирались на принципы сознательности и активности, личной мотивационной заинтересованности, осмысленного отношения к избранному виду спорта, а также поддержания себя в отличной физической форме с целью достижения высоких спортивных результатов [6]. Методы: анализ научно-методической литературы, педагогический эксперимент, математическая статистика, анкетирование.

**Результаты и их обсуждение.** В начальной стадии проведения исследований (сентябрь 2020 г.) студенты-борцы вольного стиля приняли участие в анкетировании, где ключевым вопросом являлся «Какой двигательной способностью Вы менее всего обладаете?». Ответы респондентов распределились следующим образом: 1) сила; 2) выносливость; 3) ловкость; 4) гибкость; 5) быстрота. Следует отметить, что ранее проведенные исследования ряда авторов условий производственной деятельности специалистов агропромышленного комплекса позволили определить силу и выносливость как наиболее приоритетные двигательные способности не только в профессиональной, но и в физкультурно-спортивной деятельности [7]. Поэтому экспериментальный вариант тестовых циклических физических упражнений по методу круговой тренировки был направлен преимущественно на выявление исходных данных в уровне развития силовых, скоростно-силовых способностей и специальной выносливости (табл. 1).

Таблица 1

**Анализ показателей исходного уровня развития специальных физических способностей студентов-борцов вольного стиля контрольной и экспериментальной групп учебно-спортивного отделения в начале педагогического исследования (сентябрь 2020 г.).**

№	Тестовые упражнения	Группы	Сравнительный исходный результат		
			КГ1, $X \pm m$	ЭГ 1, $X \pm m$	p
1.	Подтягивания на перекладине		$9,37 \pm 0,61$	$9,40 \pm 0,57$	$> 0,05$
2.	Кувырки вперед через голову		$10,83 \pm 0,43$	$10,78 \pm 0,36$	$> 0,05$
3.	Приседания с отягощением от 25 до 50 кг		$10,45 \pm 0,65$	$10,43 \pm 0,61$	$> 0,05$
4.	Сгибания-разгибания рук на параллельных брусьях		$9,33 \pm 2,14$	$9,45 \pm 2,19$	$> 0,05$
5.	Прыжки через возвышенность (гимнастический снаряд «козел»)		$11,16 \pm 0,73$	$11,08 \pm 0,69$	$> 0,05$
6.	Жим от груди лежа на спине от 50 до 80 кг		$10,45 \pm 0,62$	$10,42 \pm 0,61$	$> 0,05$
7.	Подъем ног в вертикальное положение в висе на гимнастической стенке		$10,83 \pm 1,76$	$10,05 \pm 1,70$	$> 0,05$
8.	Подъем гири (24,32 кг) до подбородка двумя руками с пола в положении стоя		$11,25 \pm 1,36$	$11,15 \pm 1,91$	$> 0,05$
9.	Наклон вперед с отягощением (25–50 кг) на спине в положении стоя		$7,65 \pm 0,94$	$7,70 \pm 0,90$	$> 0,05$
10.	Броски утяжеленного мяча о стенку с последующей его ловлей после отскока		$11,08 \pm 0,86$	$11,12 \pm 0,80$	$> 0,05$
11.	Подъем туловища из положения лежа на спине с отягощением на груди (25–50 кг)		$9,36 \pm 0,60$	$9,39 \pm 0,56$	$> 0,05$
12.	Челночный бег (18 м) на количество раз		$4,38 \pm 1,13$	$4,33 \pm 1,10$	$> 0,05$

Статистически достоверных различий между контрольной и экспериментальной группами по показателям уровня физической подготовленности не наблюдалось ( $p > 0,05$ ). Условия выполнения экспериментального задания заключались во времени:

1) выполнения тестовых циклических физических упражнений интенсивно-интервальным методом в режиме субмаксимальной мощности за 30 секунд;

2) 30-секундного интервала отдыха, в течение которого испытуемый производил фиксацию полученных результатов в индивидуальной карточке и совершал переход к очередной станции;

3) затраченного на прохождение 12 станций, что соответствует основному чистому времени борцовского поединка, согласно международным правилам соревнований.

За период проведения исследования с сентября 2020 по май 2021 года в экспериментальной группе, в отличие от контрольной, в заключительной части учебно-тренировочного занятия один раз в неделю включался метод круговой тренировки, где общефизические упражнения трансформировались в специальные с преимущественной направленностью на развитие силовых, скоростно-силовых способностей, а также на общую и специальную выносливость борца. С учетом вышеизложенного схема увеличения интенсивности поэтапной нагрузки в исследуемом годичном цикле применения метода круговой тренировки в экспериментальной группе выглядит следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

**Поэтапная динамика роста интенсивности применения 3-х вариантов метода круговой тренировки в экспериментальной группе студентов-борцов вольного стиля (в %)**

Этапы Интенсивность выполнения в %	Сентябрь Октябрь Ноябрь	Декабрь Январь Февраль	Март Апрель Май
	Методы		
До 60%	Непрерывно-переменный	–	–
До 75%	–	Интервально-переменный	–
До 95%	–	–	Интенсивно-интервальный

Используемые 3 варианта метода круговой тренировки:

1. Непрерывно-переменный, предусматривающий слитное выполнение упражнений, одного за другим, без перерывов. Состоит из нескольких повторений прохождения станций по замкнутому кругу в зависимости от количества станций. Особенность указанного метода – постепенное повышение индивидуальной нагрузки за счет увеличения мощности работы до 60% от максимума и рост количества упражнений в одном или нескольких кругах. Преимущественная направленность – развитие общей силовой выносливости.

2. В интервально-переменном методе упражнения выполнялись с жесткими интервалами отдыха, т.е. с краткими перерывами-паузами, как между упражнениями, так и между двумя-тремя кругами. Преимущественная направленность – развитие скоростно-силовой выносливости, при которой совершенствуются дыхательная и сердечно-сосудистая системы. Предлагаемая интенсивность достигает 75% за счет сокращения контрольного времени.

3. Интенсивно-интервальный метод включен в завершающий этап исследований. Поэтому интенсивность работы увеличена до 95%, с равнозначным чередованием нагрузки и паузой отдыха. Преимущественная направленность метода – развитие как скоростно-силовых способностей, ловкости, быстроты, так общей и специальной выносливости (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительный анализ показателей динамики роста уровня общефизической и специальной подготовки студентов-спортсменов в учебно-спортивном отделе вольной борьбы УО «ВГАВМ» в контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группах в конце педагогического исследования (май 2021 года)

№	Тестовые упражнения	Исходный результат КГ	Контрольный результат КГ	Динамика роста УОФП КГ в %	Исходный результат ЭГ	Контрольный результат ЭГ	Динамика роста УОФП ЭГ в %	Разница роста между УОФП ЭГ и КГ в %
1.	Подтягивания на перекладине	9,37 ± 0,61	10,84 ± 0,11	13,56%	9,40 ± 0,57	13,35 ± 0,16	29,58%	16,02%
2.	Кувирки вперед через голову	10,83 ± 0,43	12,24 ± 0,16	11,51%	10,78 ± 0,36	14,81 ± 0,35	27,21%	15,69%
3.	Приседания с отягощением от 25 до 50 кг	10,45 ± 0,65	11,28 ± 0,41	7,35%	10,43 ± 0,61	13,05 ± 0,28	20,07%	12,71%
4.	Сгибания-разгибания рук на параллельных брусьях	9,33 ± 2,14	10,82 ± 0,11	13,77%	9,45 ± 2,19	12,36 ± 0,16	23,54%	9,77%
5.	Прыжки через возвышенность (гимнастический снаряд «козел»)	11,16 ± 0,73	12,48 ± 0,48	10,57%	11,08 ± 0,69	14,28 ± 0,72	22,40%	11,83%
6.	Жим от груди лежа на спине от 50 до 80 кг	10,45 ± 0,62	11,35 ± 0,56	7,92%	10,42 ± 0,61	13,45 ± 0,24	22,52%	14,60%
7.	Подъем ног в вертикальное положение в висе на гимнастической стенке	10,83 ± 1,76	11,83 ± 0,49	8,45%	10,05 ± 1,70	13,08 ± 0,79	23,16%	14,71%
8.	Подъем гири (24,32 кг) до подбородка двумя руками с пола в положении стоя	11,25 ± 1,36	12,79 ± 0,77	12,04%	11,45 ± 1,91	15,81 ± 0,37	27,57%	15,53%
9.	Наклон вперед с отягощением (25–50 кг) на спине в положении стоя	7,65 ± 0,94	8,77 ± 0,81	12,77%	7,70 ± 0,90	10,35 ± 0,21	25,60%	12,83%
10.	Броски утяжеленного мяча о стенку с последующей его ловлей после отскока	11,08 ± 0,86	12,34 ± 0,69	10,21%	11,12 ± 0,81	14,12 ± 0,35	21,24%	11,03%
11.	Подъем туловища из положения лежа на спине с отягощением на груди (25–50 кг)	9,36 ± 0,60	10,82 ± 0,94	13,49%	9,39 ± 0,56	12,36 ± 0,54	24,02%	10,53%
12.	Челночный бег (18 м) на количество раз	4,38 ± 1,13	4,82 ± 0,24	9,12%	4,33 ± 1,10	5,05 ± 0,38	14,25%	5,12%
				X = 10,89%			X = 23,42%	X = 12,54%

**Заклучение.** Включив в ход педагогического эксперимента исследование 3-х вариантов метода круговой тренировки с поэтапным увеличением интенсивности предлагаемой нагрузки испытуемые студенты-спортсмены учебно-спортивного отделения вольной борьбы в экспериментальной группе, достигли, по результатам контрольного тестирования, роста уровня общей и специальной физической подготовки на 23,43% больше результатов исходных данных, тогда как контрольная группа, не участвовавшая в данном эксперименте, превзошла аналогичные данные лишь на 10,89%, что на 12,54% меньше. Таким образом, разница в росте уровня общей и специальной подготовки между участниками педагогического эксперимента составляет 2,2 раза. Исходя из полученных в результате исследований данных можно сделать вывод об эффективности использования метода круговой тренировки в рамках учебно-тренировочных занятий учебно-спортивных отделений по спортивным видам борьбы в учреждениях высшего образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кряж, В.Н. Опыт мониторинга физической подготовленности нации в Республике Беларусь / В.Н. Кряж, З.С. Кряж // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму: материалы XII Междунар. науч. сессии по итогам МИР за 2010 год, Минск, 12–20 апр. 2011 г.: в 2 ч. / редкол.: М.Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУФК, 2011. – Ч. 2. – С. 47–49.
2. Шилько, В.Г. Методология построения личноно ориентированного содержания физкультурно-спортивной деятельности студентов / В.Г. Шилько // Теория и практика физ. культуры. – 2003. – № 9. – С. 33–36.
3. Гукк, А.Г. Применение метода круговой тренировки в общезыической подготовке борцов / А.Г. Гукк. – Семипалатинск: Семипалатинский гос. зоовет. ин-т, 1988. – С. 1–2.
4. Гуревич, И.А. 1500 упражнений для круговой тренировки / И.А. Гуревич. – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 301 с.
5. Гуревич, И.А. Круговая тренировка при развитии физических качеств / И.А. Гуревич. – Минск: Высшая школа, 1985. – С. 256.
6. Медведев, В.В. Метод круговой тренировки как форма физической подготовки студентов / В.В. Медведев // Молодой ученый. – 2019. – № 44. – С. 312–313.
7. Казимиров, Е.П. Эффективность использования метода круговой тренировки на занятиях по учебной дисциплине «Физическая культура» в учреждениях высшего образования / Е.П. Казимиров // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2021. – № 3. – С. 88–94.

#### REFERENCES

1. Kriazh V.N., Kriazh Z.S. *Nauchnoye obosnovaniye fizicheskogo vospitaniya, sportivnoi trenirovki i podgotovki kadrov po fizicheskoi kulture, sportu i turizmu: materialy XII Mezhdunar. nauch. sessii po itogam MIR za 2010 god, Minsk, 12–20 apr. 2011 g.* [Scientific Substantiation of Physical Education, Sport Training and Physical Education, Sports and Tourism Workers Training: Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Scientific Session on the Results of the 2010 Research, Minsk, April 12–20, 2011], Minsk: BGUFK, 2011, 2, pp. 47–49.
2. Shilko V.G. *Teoriya i praktika fiz. kultury* [Theory and Practice of Physical Education], 2003, 9, pp. 33–36.
3. Gukk A.G. *Primeneniye metoda krugovoi trenirovki v obshchefizicheskoi podgotovke bortsov* [Application of the Circular Training Methods in General Physical Training of Wrestlers], Semipalatinsk: Semipalatinski gos. zoovet. in-t, 1988, pp. 1–2.
4. Gurevich I.A. *1500 uprazhneni dlia krugovoi trenirovki* [1500 Exercises for Circular Training], Minsk: Vysheishaya shkola, 1976, 301 p.
5. Gurevich I.A. *Krugovaya trenirovka pri razvitii fizicheskikh kachestv* [Circular Training to Develop Physical Qualities], Minsk: Vysshaya shkola, 1985, pp. 256.
6. Medvedev V.V. *Molodoi ucheny* [Young Scholar], 2019, 44, pp. 312–313.
7. Kazimirov, E.P. *Vesnik Vitsebakaga dziarzhavnaga universiteta* [Journal of Vitebsk State University], 2021, 3, pp. 88–94.

Поступила в редакцию 02.06.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: nina.961@mail.ru – Казимиров Е.П.

## САМООБРАЗ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ В КОНТЕКСТЕ ГЕНДЕРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

С.Д. Матюшкова, С.Г. Туболец

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

*Статья посвящена одной из самых актуальных проблем современного общества – становлению самоидентификации личности, как соотносению ее со сформированным конструктом идентичности, так и деятельностью по ее развитию, а также изменению мировоззренческих установок женщин и мужчин в этом вопросе. Важным аспектом данного процесса видится гендерная идентичность.*

*Цель работы – изучение состояния гендерной идентичности как специфического самообраза студентов на основе анализа теста М. Куна и Т. Макпартленда «Кто Я?» в контексте социокультурных процессов современного общества.*

**Материал и методы.** Исследование проводилось на базе Витебского государственного университета имени П.М. Машерова. В нем приняли участие 87 студентов факультета социальной педагогики и психологии в возрасте от 18–30 лет. Методы: теоретические (анализ научной и специальной литературы); эмпирические (тестирование, контент-анализ, интерпретация, количественная обработка данных). Использовался тест «Кто Я?» (М. Кун и Т. Макпартленд).

**Результаты и их обсуждение.** Тест «Кто Я?» Куна–Макпартленда направлен на изучение гендерной идентичности. Несмотря на то, что говорится о сформированности у студентов позитивной гендерной идентичности, полученные данные исследования позволили констатировать: анкетируемые отразили в самоописании ролевые аспекты, такие как «социальное Я», «рефлексивное Я», «деятельное Я». У большинства (43,6%) опрошенных обозначение своего пола отсутствует, у 40,2% – сделано напрямую, 17,2% – косвенно. Только 5,7% респондентов на первом месте использовали слова, которые напрямую обозначают пол, 11,5% – на втором и 12,6% – на третьем. В описании своего пола студенты применяли эмоционально положительные обозначения. В группе респондентов преобладают традиционные нормативные ценности.

**Заключение.** В результате проведенного исследования можно сделать вывод о сформированности позитивной гендерной идентичности, возможном многообразии ролевого поведения, принятии собственной привлекательности как представителя пола, что позволяет делать благоприятный прогноз относительно успешности установления и поддержания партнерских взаимоотношений с другими людьми.

**Ключевые слова:** самоидентификация личности, молодежь, идентичность, гендерная идентичность, самописание.

## SELF-IMAGE OF MODERN YOUTH IN THE CONTEXT OF GENDER IDENTITY

S.D. Matiushkova, S.G. Tubolets

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

*The article is devoted to one of the most pressing problems of modern society – the formation of personality self-identification, both its correlation with the formed identity construct, and the activities for its formation, as well as the change in the worldview attitudes of women and men in this matter. Gender identity is considered as one of the important aspects of this process.*

*The research Purpose is to study the state of gender identity as a specific self-image of students based on the analysis of the test by M. Kuhn and T. McPartland “Who am I?” in the context of social and cultural processes of modern society.*

**Materials and methods.** The research was carried out on the basis Vitebsk State P.M. Masherov University. It was attended by 87 students of the Faculty of Social Pedagogy and Psychology aged 18–30. The research methods were theoretical (analysis of scientific and special literature on the research topic); empirical (testing, content analysis, interpretation, quantitative data processing). The test “Who am I?” (M. Kuhn and T. McPartland) was used.

**Findings and their discussion.** Kuhn–McPartland Test “Who am I?” aims to study gender identity. Despite the fact that we are talking about the formation of a positive gender identity among students, the research data obtained allowed us to state that the respondents reflected in their self-description role aspects, such as “Social I”, “Reflexive I”, “Active I”. The majority (43,6%) of the respondents did not indicate their gender, 40,2% did it directly, 17,2% indirectly. Only 5,7% of respondents in the first place used words that directly denote gender, 11,5% – in the second and 12,6% – in the third. In describing their gender, students used emotionally positive designations. Traditional normative values prevail in the studied group of students.

**Conclusion.** *As a result of the study, it can be concluded that a positive gender identity is formed, a possible variety of role behavior, acceptance of one's attractiveness as a representative of gender, and allows us to make a favorable forecast regarding the success of establishing and maintaining partnerships with other people.*

**Key words:** *self-identification of the individual, youth, identity, gender identity, self-description.*

Общепризнанным фактом является то, что мир вступил в эпоху глобализации, которая меняет привычные контуры экономических и социальных отношений, а также некоторых бытийных основ отдельного индивида, чаще всего – внутреннего мира. Важным философским, социокультурным вопросом становится самоидентификация личности, как соотносение ее со сформированным конструктом идентичности, так и деятельностью по ее формированию. Решение обозначенной проблемы способно оказать содействие пониманию трансформационных процессов социальной и психологической жизнедеятельности человека.

Одним из важных аспектов данного процесса может рассматриваться гендерная идентичность: исследование ее современных проявлений. Проблемой изучения гендерной идентичности занимались В.Е. Каган, И.С. Клецина, И.С. Кон, Л.Н. Ожигова, Н.А. Шухова. Несмотря на интерес ученых к исследуемой нами проблеме остается недостаточно разработанным и освещенным в специальной литературе методический аспект решения проблем проявления и формирования гендерной идентичности.

Научные труды и публикации последних десятилетий показывают формирование различных типов маскулинности – фемининности – андрогинности. Ряд авторов ставит вопрос об изменении мировоззренческих установок женщин и мужчин в рассматриваемом аспекте. Е.Г. Трубина раскрывает суть проблемы личного тождества, или персональной самоидентичности, и намечает варианты ее решения. Фактически российский философ, анализируя установление тождества с самим собой через активное изменение внешнего влияния, ищет обобщенный ответ на вопрос «Кто Я?» [1]. Из проведенного анализа возможно предположить вывод о том, что изменение гендерной идентификации способно оказать непосредственное влияние на изменение не только социокультурных установок, но и привычных существующих нормативных ценностей [2]. Особо важно понимание особенностей протекания этого явления в молодежной среде.

Цель работы – исследование состояния гендерной идентичности как специфического самообраза студентов на основе анализа теста М. Куна и Т. Макпартленда «Кто Я?» в контексте социокультурных процессов современного общества.

**Материал и методы.** Исследование проводилось на базе Витебского государственного университета имени П.М. Машерова. В нем приняли участие 87 студентов факультета социальной педагогики и психологии в возрасте от 18 до 30 лет, из них 95% женщин и 5% мужчин.

Методы: теоретические (анализ научной и специальной литературы по теме исследования); эмпирические (тестирование, контент-анализ, интерпретация, количественная обработка данных). Использовался тест «Кто Я?», который представляет собой нестандартизированное самоописание с открытой формой (М. Кун и Т. Макпартленд) [3].

**Результаты и их обсуждение.** В рамках интерпретации теста «Кто Я?» Куна–Макпартленда можно определить множество идентичностей человеческой личности, такие как физическая, социальная, духовная, семейная, профессиональная, индивидуальная, гендерная и т.д. Нас в первую очередь интересовало среди этого множества последнее. Согласно стандартной процедуре, студентам предлагалось в течение 10 минут ответить на вопрос «Кто Я»? 20 раз. Отметим, что только 41,4% студентов, участвующих в опросе, выполнили поставленное условие и дали именно это количество ответов. Столько же (41,4%) смогли в самоописании использовать от 11 до 19 характеристик. Оставшиеся 17,2% респондентов предъявили к анализу от 3 до 10 ответов (рис. 1).

Для сравнения приведем результаты аналогичного исследования, в котором приняли участие педагоги города Витебска в количестве 83 человек, в возрасте от 20 до 60 лет. Все двадцать характеристик написали 76% педагогов, 19,3% использовали от 11 до 19 характеристик, а оставшиеся 4,7% респондентов предъявили к анализу от 3 до 10 ответов [4].

Считаем результат достаточно показательным, поскольку чем больше человек заполняет характеристик, тем выше его степень рефлексии, тем лучше у него развито представление о себе. В обратной ситуации, когда человеку трудно описать себя, это может свидетельствовать о сложностях для респондента в вопросах самоидентификации. Здесь возможно рассмотреть такие варианты: либо опрашиваемый о себе

не задумывался, либо есть некая внутренняя преграда, которая мешает зафиксировать на бумаге самопредставление. В пользу данной версии говорит тот факт, что в момент начала проведения анкетирования озвучивались вопросы: «Действительно ли можно писать всё, что считаешь нужным? Зачем всё это? А что будет, если ответишь неправильно?». Можно попытаться транскрипировать слова респондентов как повышенную тревожность, нежелание впускать в свой внутренний мир, отсутствие мотивации к самопознанию.

Тем не менее полученные данные исследования позволяют констатировать, что респонденты отразили в самоописании, в первую очередь, ролевые аспекты. К ним относятся «социальное Я» (мать, сестра, дочь, студент, студентка, учащийся, водитель, внучка, воспитатель, медработник, работник, педагог), «рефлексивное Я» (добрый, искренний, общительная, веселая), «деятельное Я» (активная, ответственная, самостоятельная, целеустремленная).

При анализе гендерной идентичности следует учитывать, на каком месте текста ответов содержатся категории, связанные с полом: в самом начале списка, в середине или в конце. Однозначно, что чем ближе к началу списка, тем больше значимость и степень осознанности категорий идентичности. Поэтому нам было важно рассмотреть использование в самоописании данного вида идентичности на первых трех позициях. С точки зрения современных тенденций самоидентификации человека значимым является тот факт, что всего лишь 5,7% респондентов на первом месте применяли слова, которые напрямую обозначают пол (девочка, девушка, женщина, мужчина), 11,5% – на втором и 12,6% – на третьем, 6,9% – на четвертом, по 1,3% – на пятом, восьмом, одиннадцатом, четырнадцатом и двадцатом, по 2,3% – на шестнадцатом и семнадцатом, 3,4% – на седьмом. В целом средняя цифра ответов, напрямую указывающих пол человека в выборке первых трех ответов, составила 9,9%, практически одну десятую часть (рис. 2).

Прямое обращение к собственному полу свидетельствует о том, что для человека сравнение себя с представителем своего пола является значимой частью самосознания. Однако размещение такой категории ниже по списку говорит о превалировании в сознании студентов иных социальных ролей, которые на данный момент времени, с их точки зрения, более актуальны. Считаем достаточно положительным тот факт, что все опрошенные на более или менее высоком месте дали прямое обращение к полу. При этом оно (обращение) соответствует физическому статусу респондентов. Это говорит о том, что вопрос гендерной идентификации каждый анкетиремый для себя решил достаточно однозначно.

Требуется некоторого пояснения и факт особенностей прямого обозначения пола, то есть, каким именно образом человек указывает свою половую принадлежность (речь идет о конкретных словах, имеющих определенное эмоциональное наполнение). Традиционно исследователи рассматривают четыре формы такого обозначения (нейтральное (мужчина, женщина), отчужденное (человек мужского пола, особь женского пола), эмоционально положительное (красивая девушка, симпатичный парень) и эмоционально отрицательное (обычная девушка, некрасивый мужчина)). Анализ ответов респондентов продемонстрировал, что студенты использовали исключительно нейтральную форму: были предъявлены слова «мужчина», «женщина», «девушка» и «девочка». Слов (словосочетаний) с отчужденной, эмоционально отрицательной коннотацией зафиксировано не было. Этот факт опять же подтверждает высказанную чуть ранее мысль об удовлетворенности морфологическим статусом респондентов.

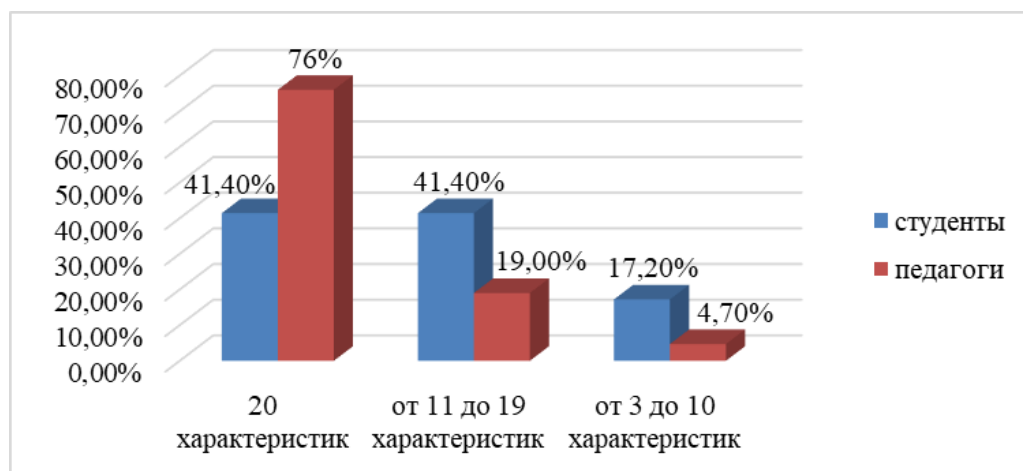


Рис. 1. Количество характеристик, использованных студентами и педагогами в самоописании

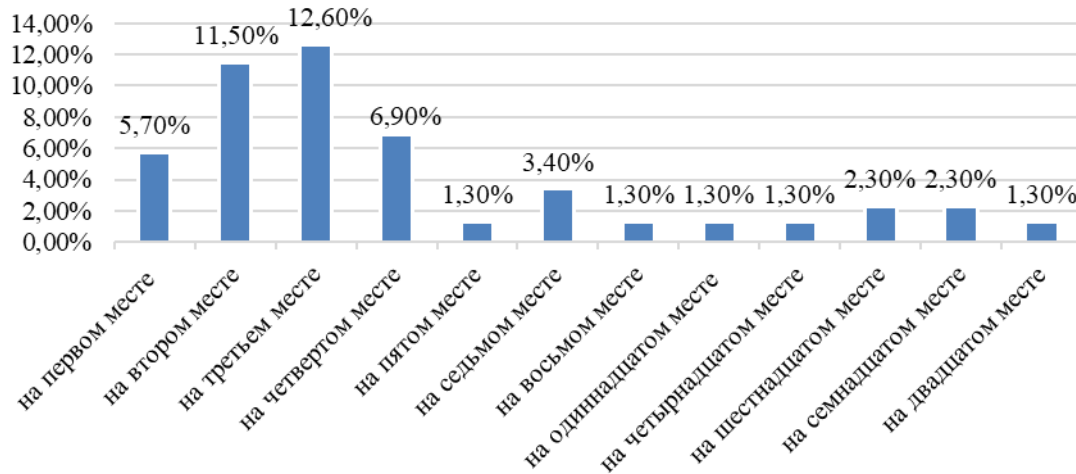


Рис. 2. Место в тексте ответов категорий, связанных с полом

Обозначение своего пола может быть сделано напрямую, косвенно и отсутствовать вовсе. Контент-анализ самоописаний испытуемых показал, что у большинства (43,6%) опрошенных обозначение своего пола отсутствует, у 40,2% – сделано напрямую, у 17,2% – косвенно (рис. 3).

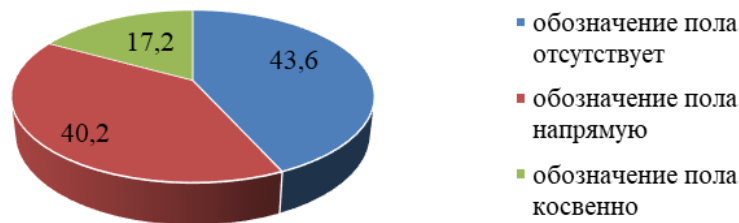


Рис. 3. Обозначение респондентами своего пола

Вероятно, данный факт возможно объяснить особенностями проведения опроса: в учебной аудитории либо в студенческой учебной группе. У студентов достаточно ярко проявляется стереотип, что в подобных условиях главным для их личности выступает проявление роли обучающегося, при которой гендерные установки имеют значимо меньшее значение, чем в иных социальных обстоятельствах.

В описании своего пола студенты использовали эмоционально положительные обозначения, что говорит о сформированности позитивной гендерной идентичности. По методике интерпретации теста респондентам было предложено обозначить, насколько написанные ими характеристики нравятся либо не нравятся. Интересен тот факт, что все студенты, участвующие в исследовании, описывали себя теми чертами, которые им нравятся.

Временной анализ идентичности позволяет оценить отражение в идентификационных характеристиках темы семьи, брака и супружеских отношений в прошлом, настоящем и будущем. Одним из основных признаков готовности к семье и браку является употребление в самоописании будущих семейных ролей и функций. 7,3% респондентов отметили себя как «будущая мать», «будущая жена». Если рассматривать результаты в контексте исследований О.С. Гуровой, Е.А. Ипполитовой, И.А. Ральниковой, которые вводят понятие «семейная перспектива» и трактуют его в качестве целостной картины «предстоящей семейной жизни во взаимосвязи программируемых и ожидаемых событий, опирающейся на ценностные ориентации личности и способствующей актуализации соответствующего стиля семейного поведения» [5], логично высказать предположение о недостаточной сформированности у студентов видения обозначенной



перспективы. В пользу данного предположения говорит и тот факт, что среди студентов мужского пола только один указал на «будущий отец» или «будущий муж», что составило 20% от этой части выборки.

Поскольку опрос проводился среди достаточно зрелых людей в возрасте от 18 до 30 лет (студенты заочного отделения), то показателен ответ, который связан с семейными ролями. Учитывая проблемы старения населения, демографического кризиса, увеличения возраста рождения первого ребенка, важно понимать, насколько в студенческой среде приветствуется/отвергается рассмотрение себя в качестве родителя/потенциального родителя. Изучив ответы, мы увидели, что 50% студентов женского пола выбрали семейные роли «мама», «мать»; 36,6% – «жена», 6,1% – вообще не определили принадлежность. Более того, 1,2% девушек написали о себе как «чайлд фри». В целом 7,3% респондентов игнорировали или открыто отрицательно обозначили свою позицию по отношению к собственной семейно-родительской перспективе. Но при анализе выборки мы обратили внимание на следующее явление: значимые позиции самовосприятия студентами себя как ребенка. Так, 64,6% девушек написали о себе «дочь»; 60% юношей – «сын». Кроме того, популярным ответом у студентов-заочников были «внучка» и «внук». Об этом упомянули 14,6% девушек, 20% юношей. Этот факт может свидетельствовать о традиционных взглядах на семью, где в обязательном порядке присутствует несколько поколений и связи эти достаточно прочные. Возможно, стремление идентифицировать себя со своими родными подтверждает стремление удерживать некоторые неизменяемые категории родства, в которых студенты могут искать ту или иную жизненную опору. Вновь возвратимся к идее семьи как ведущего социального института, фактора социализации. Кровное родство является заданной компонентой, которая не зависит от самого человека, во всех остальных ипостасях возможен человеческий выбор, во всяком случае личность имеет возможность согласиться или отказаться выступать в роли родителя, супруга, профессионала и т.д. Подобной изначальной неотъемлемой характеристикой идентификации служит национальная принадлежность, которая однако имеет свои нюансы проявления. В ситуации брака людей различных национальностей ребенок имеет двойную национальную принадлежность, и, опять же, возможность выбора принятия/непринятия одной из них. Либо возможность символического отречения и принятия абсолютно другой, символически важной национальности. При некотором сходстве этих процессов необходимо помнить, что человек воспринимает себя через свою биографию. И если вопрос семейной идентичности стоит достаточно остро, постоянно поощряется и актуализируется, то национальная идентичность затрагивается индивидами значимо реже.

Большинство респондентов женского пола (67%) включают в самописание несколько половых ролей (например, мать, жена, сестра, дочь, внучка), что свидетельствует о разнообразии знания о специфике полового репертуара. 13,5% видят в себя только в одной роли, 19,5% в описании пола используют только косвенные способы обозначения пола через окончания (например, умная, добрая, уверенная, хозяйственная, толерантная, ответственная, грамотная, заботливая, трудолюбивая, многогранная, разносторонняя, замкнутая, порядочная, нравственная, воспитанная, ненавязчивая, сообразительная, веселая, креативная, творческая, компетентная, хорошая, милосердная, самостоятельная, надежная, честная, вежливая, стрессоустойчивая, внимательная, проницательная, инициативная, позитивная, целеустремленная, любящая, ранимая, активная и т.д.). Интересно, что 60% респондентов мужского пола отразили в самописании несколько половых ролей, а 40% использовали только косвенные способы обозначения пола (рис. 4).

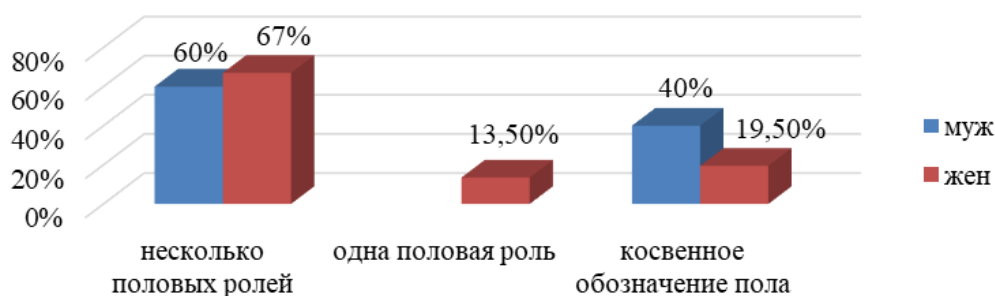


Рис. 4. Использование в самописании нескольких половых ролей

Соотношение социальных ролей и индивидуальных характеристик в идентичности показало, что все опрошенные применяли и социальные роли, и характеристики-определения. Это говорит об осознанности, принятии своей индивидуальности и значимости принадлежности к конкретной социальной группе. Так как перекося в соотношении этих показателей как в одну, так и другую сторону или вообще отсутствие одной из них свидетельствует о недостатке уверенности в себе, стремлении к самозащите, сложности в самораскрытии и выполнении соблюдения социальных норм, инфантилизации, кризисе идентичности.

Анализ результатов опроса показал, что современные молодые люди делают свой самоидентификационный выбор из большого числа вариантов социальных ролей и поведенческих практик. Сам процесс саморефлексии в качестве необходимой составляющей любого действия по самопознанию заставляет студентов изменяться, при этом взгляды нынешнего поколения характеризуются большой направленностью на себя. Причину такого явления следует искать в особенностях развития мирового сообщества [6], которое провозглашает жизнь здесь и сейчас, снижает акцент на традиционные ценности, возвышая при этом вопросы самораскрытия личности, но одновременно не предлагается четких границ, что же из себя представляет это самораскрытие. Значимую часть времени молодые люди уделяют так называемым «псевдособытиям», которые не несут духовно значимой нагрузки, занимают «не-делами», заполняя свободное время дурманящими развлечениями и т.д.

**Заключение.** Таким образом, преобладание прямого и косвенного вариантов эмоционально положительного обозначения своего пола говорит о сформированности позитивной гендерной идентичности, возможном многообразии ролевого поведения, принятии собственной привлекательности как представителя пола и позволяет сделать благоприятный прогноз относительно успешности установления и поддержания партнерских взаимоотношений с другими людьми. Анализ гендерной идентичности студентов в интерпретации теста Куна–Макпартленда «Кто Я?» показывает не проявленность изменения гендерной идентификации. Можно предположить, что в исследуемой группе студентов преобладают традиционные нормативные ценности в рамках гендерного самовосприятия и идентичности. Однако считаем необходимым проведение исследований данного направления достаточно регулярным. Это связано с трансформацией в условиях глобализационных процессов у мужчин и женщин как образа себя, так и критериев мировоззренческих установок относительно гендерной идентичности, со способностью современного индивида строить собственную идентификацию и управлять ею. Особенно актуально отслеживание особенностей данного явления в молодежной среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трубина, Е.Г. Рассказанное Я: проблема персональной идентичности в философии современности / Е.Г. Трубина. – Екатеринбург, 2005. – С. 15.
2. Мацюшкова, С.Д. Беларуская народная педагогіка ў кантэксце гендарнай культуры / С.Д. Мацюшкова, С.Г. Туболец // Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2014. – № 2(80). – С. 91–98.
3. Румянцева, Т.В. Психологическое консультирование / Т.В. Румянцева. – СПб., 2006. – С. 82–103.
4. Туболец, С.Г. Идентичность педагога современной средней школы в меняющемся мире / С.Г. Туболец, И.А. Беляев // Психология и социальная педагогика: современное состояние и перспективы развития: сб. науч. ст. / отв. ред. И.П. Иванова, О.В. Чернова, Е.В. Груздева. – Вып. 3. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2016. – С. 281–286.
5. Гурова, О.С. Семейные перспективы современных студентов / О.С. Гурова, Е.А. Ипполитова, И.А. Ральникова // Известия Алтайского государственного университета. – 2010. – № 2(1). – С. 54–56.
6. Кеидия, К.З. Философское понимание самоидентификации в бытийной структуре личности / К.З. Кеидия // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 1(137). – С. 50–55.

#### REFERENCES

1. Trubina E.G. *Rasskazannoye Ya: problema personalnoi identichnosti v filosofii sovremennosti* [Me Which is Told: Issue of Personal Identity in the Philosophy of Today], Yekaterinburg, 2005, p. 15.
2. Matsiushkova S.D., Tubolets S.G. *Vesnik Vitsebskaga dzharzhavnaga universiteta* [Journal of Vitebsk Satate University], 2014, 2(80), pp. 91–98.
3. Rumiantseva T.V. *Psikhologicheskoye konsultirovaniye* [Psychological Counseling], SPb., 2006, pp. 82–103.
4. Tubolets S.G., Beliaev I.A. *Psikhologiya i sotsialnaya pedagogika: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya: sb. nauch. st.* [Psychology and Social Pedagogy: Contemporary State and Prospects of Development: A Collection of Articles], Cheboksary: Chuvash. gos. ped. un-t, 2016, pp. 281–286.
5. Gurova O.S., Ippolitova E.A., Ralnikova I.A. *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Altai State University], 2010, 2(1), pp. 54–56.
6. Keidiya K.Z. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Journal of Orenburg State University], 2012, 1(137), pp. 50–55.

Поступила в редакцию 11.02.2021

Адрес для корреспонденции: e-mail: matyushkovasd@mail.ru – Матюшкова С.Д.

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА НА ОДНОКРАТНУЮ ИСТОЩАЮЩУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

Э.С. Питкевич, Г.Б. Шацкий, В.Г. Шпак, С.А. Прохожий  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»

*В статье представлены материалы, полученные при изучении индивидуальной реакции организма не занимающихся спортом студентов на однократную физическую нагрузку в виде приседаний до отказа с невозможностью продолжить физическую работу в связи с развившимся состоянием не преодолеваемого в настоящий момент времени утомления.*

*Цель исследования – на базе объективных и документированных данных о функциональном состоянии организма испытуемого изучить индивидуальную реакцию на нагрузку, динамику и скорость восстановления организма после нагрузки.*

**Материал и методы.** *В исследовании приведены данные о реакции на истощающую физическую нагрузку 13 студентов, не занимающихся спортом. Интегральные показатели функционального состояния организма анализировались в соответствии с программой комплекса «Омега». После оценки исходного состояния организма и выполнения работы следовали повторные 10 обследований. Для сравнительного анализа показателей применялся режим динамического наблюдения с экспортом полученных данных в табличный процессор Excel, где и происходила статистическая обработка данных. Результаты выражены медианой и средней статистической ошибкой.*

**Результаты и их обсуждение.** *Функциональное состояние организма до нагрузки у 12 студентов превышает 60%, что трактуется как нормальный уровень тренированности и хорошие функциональные резервы организма. При оценке исходного функционального состояния организма до нагрузки выявлена испытываемая с показателем 23,1%, что в соответствии с программой комплекса «Омега» характеризуется как «низкий уровень тренированности, функциональные резервы низкие, адаптация в стадии истощения с преобладанием не специфических изменений». В аналогичном состоянии находятся все испытуемые в первые 12 мин после физической нагрузки. Интенсивность восстановления носит индивидуальный характер и через 32 мин достигает у отдельных испытуемых 41–60%, что программой трактуется как «функциональное состояние организма ниже нормы. Состояние перенапряжения. Недостаточность адапционно-приспособительных механизмов и неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды», а у 5 испытуемых – выше 60%. Исходный до нагрузки уровень функционального состояния за 32 мин постнагрузочного периода достигнут только отдельными испытуемыми.*

**Заключение.** *Количественный, прогностический подход к оценке состояния организма позволяет в текущий момент времени определить степень адаптации организма к предъявляемым ему нагрузкам.*

**Ключевые слова:** *вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние организма, физическая нагрузка и работа до отказа, динамика восстановления организма после нагрузки.*

## INDIVIDUAL BODY REACTION TO A SINGLE EXHAUSTING PHYSICAL ACTIVITY

E.S. Pitkevich, G.B. Shatski, V.G. Shpak, S.A. Prokhozhi  
Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

*The article presents the materials obtained in the study of the individual body reaction of non-sports students to a single physical activity. The forms of the activity are squats to failure with the inability to continue physical work due to fatigue that cannot be overcome.*

*The purpose of the study is to carry out admission to perform exhausting physical work to failure, to study the individual reaction to the load, the dynamics and speed of recovery of the body after the load. The results are based on objective and documented data on the functional state of the subject's body.*

**Material and methods.** *The study presents reaction data to exhausting physical activity of 13 second-year students of VSMU who do not do any sports. Integral indicators of the functional state of the organism were recorded in accordance with the program of Omega complex. After the initial state assessment and performance of the work, repeated 10 examinations followed. Dynamic*

observation mode was used for a comparative analysis of the indicators. Obtained data were exported to Excel and processed. The results are represented by median and average statistical error.

**Findings and their discussion.** The 12 students' body functional state before the load is over 60%, which is interpreted as a normal level and good functionality. When assessing the initial body functional state before the load, a female student was identified with 23,1% health-index, which is "a low level of fitness, functional reserves are low, adaptation is in the stage of exhaustion". Almost all students are in a similar state in the first 12 minutes after physical activity. The intensity of recovery is very individual and after 32 minutes for most students reaches 41–60%, which is interpreted as "the functional state of the organism is below normal. Overvoltage status. Insufficiency of adaptive mechanisms and inability to provide optimal response to environmental factors". 5 students reach 60% and higher level. The initial pre-load level of functional state in 32 minutes of the post-loading period was achieved only by some students.

**Conclusion.** A quantitative and prognostic approach to assessing the current state of the organism makes it possible at the current time to determine the degree of organism adaptation to the conditions imposed.

**Key words:** heart rate variability, body functional state, physical activity and work to failure, dynamics of recovery after exercise.

Спортивный результат команды зависит от совокупных возможностей отдельных представителей коллектива. Поэтому в спорте вопросы функционального состояния организма спортсмена, определения его спортивной готовности, возможности достижения прогнозируемого спортивного результата, динамика и скорость восстановления физического состояния организма после нагрузки являются приоритетными. С 1960-х годов [1; 2] были разработаны методы оценки физиологического потенциала организма, основанные на распознавании и измерении временных отрезков между RR-интервалами электрокардиограммы с построением динамических рядов кардиоинтервалов, получивших название «вариабельность сердечного ритма (ВСР)», который нашел широкое применение во многих областях клинической, экстремальной, космической медицины, в том числе и спортивной [3]. Показатели вариабельности сердечного ритма позволяют оценить и прогнозировать физические возможности спортсменов, решать вопросы отбора для занятий спортом, более рационально строить режим тренировок и осуществлять контроль за функциональным состоянием спортсменов. Программно-аппаратный комплекс «Омега-М», разработанный и производимый фирмой «Динамика», в котором реализована программа ВСР, достаточно активно использующийся в настоящее время в спортивной медицине, предназначен для контроля показателей функционального состояния организма: уровня готовности, анаболизма, катаболизма, энергетического обеспечения, тонуса вегетативной нервной системы, вегетативной реактивности.

Цель исследования – на базе объективных и документированных данных о функциональном состоянии организма испытуемого осуществить допуск к выполнению истощающей физической работы до отказа, изучить индивидуальную реакцию на нагрузку, динамику и скорость восстановления организма после нагрузки.

**Материал и методы.** Выполнено 143 обследования не занимающихся спортом 13 студентов второго курса ВГМУ – с физической нагрузкой исключительно на занятиях физкультуры. Характеристика группы: 11 девушек, 2 юноши; возраст  $19,8 \pm 1,1$  года; рост  $162,8 \pm 10,8$  см; вес  $58,7 \pm 8,7$  кг; продолжительность периода физической работы в виде глубоких приседаний  $86,8 \pm 18,8$  с; количество приседаний  $55,2 \pm 10,4$ ; частота сердечных сокращений до нагрузки  $78,2 \pm 6,2$  в минуту, в момент прекращения нагрузки  $95,7 \pm 22,1$ ; мощность выполненной работы  $180,5 \pm 57,7$  Вт. Обследование проводили в период с 14 до 17 часов в условиях, исключающих отвлечение внимания испытуемых. ЭКГ записывались в положении сидя в условиях покоя во втором стандартном отведении. Регистрировались интегральные показатели функционального состояния организма в соответствии с программой комплекса «Омега» [4], позволяющего в течение 5 мин получить информацию по 52 показателям состояния организма спортсмена со стандартизированным компьютерным заключением и интерпретацией (табл. 1).

Общая продолжительность обследования после нагрузки составила 1922 с (32 мин). Электроды после наложения не снимались с рук в течение всего времени обследования. После выполнения работы в виде приседаний до отказа в исходном состоянии организма проходили повторные 10 обследований. Для сравнительного анализа показателей применялся режим динамического наблюдения с экспортом полученных данных в табличный процессор Excel, где и осуществлялась статистическая обработка данных. Результаты выражены медианой и средней статистической ошибкой.

**Результаты и их обсуждение.** Изменения показателей функционального состояния организма по данным интегрального показателя представлены в табл. 2.

**Заключение и интерпретация данных об уровне тренированности спортсмена по результатам обследования по программе аппаратно-компьютерного комплекса «Омега-М»**

Значение уровня тренированности	Компьютерное заключение	Интерпретация
81–100%	Высокий уровень тренированности. Функциональные резервы организма высокие	Состояние минимального или оптимального напряжения систем регуляции, характерное для удовлетворительной адаптации организма к условиям среды
61–80%	Тренированность организма в норме. Функциональные резервы организма в норме	Состояние функционального напряжения, проявляющееся мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышение активности симпатoadреналовой системы, системы гипофиз–надпочечники
41–60%	Тренированность организма снижена. Функциональные резервы организма ниже нормы	Состояние перенапряжения, для которого характерны недостаточность адаптационных защитно-приспособительных механизмов и их неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды
21–40%	Низкий уровень тренированности. Функциональные резервы низкие	Состояние срыва механизмов адаптации в стадии истощения регуляторных механизмов с преобладанием неспецифических изменений
До 20%	Тренированность организма минимальна. Функциональные резервы истощены	Преморбидное состояние с преобладанием специфических изменений

Таблица 2

**Индивидуальная динамика снижения и восстановления по данным интегрального показателя функционального состояния организма после физической нагрузки**

ФИО	Исходное состояние в % (до 100%)	Динамика восстановления интегрального показателя после нагрузки, с									
		175	342	537	729	922	1117	1315	1515	1715	1922
Р.Д.Н.	66,40 +	30,58 –	33,8 –	27,91 –	31,25 –	45,68 ±	54,29 ±	48,29 ±	45,57 ±	51,45 ±	59,57 +
Ш.М.В.	23,10 –	6,15 –	5,25 –	1,49 –	3,66 –	6,13 –	16,43 –	18,38 –	20,40 –	39,19 –	39,74 –
Ш.А.Н.	60,49 +	46,04 ±	49,07 ±	64,49 ±	44,40 ±	57,58 ±	70,16 +	59,95 +	54,09 ±	51,59 ±	63,37 +
С.А.В.	69,41 +	28,66 –	30,53 –	36,02 –	23,41 –	22,15 –	46,60 ±	36,73 –	45,90 ±	40,89 ±	46,81 ±
Я.И.С.	87,60 +	4,33 –	10,95 –	9,42 –	10,84 –	52,58 ±	45,43 ±	77,02 +	63,35 +	63,25 +	66,22 +
Я.Т.М.	80,38 +	30,84 –	26,92 –	45,91 ±	44,34 ±	63,46 +	66,06 +	79,86 +	84,46 +	72,18 +	78,31 +
С.К.А.	77,58 +	11,82 –	20,35 –	18,78 –	30,38 –	36,39 –	50,95 ±	56,65 ±	54,29 ±	57,64 ±	53,04 ±
В.В.Н.	66,69 +	23,62 –	7,96 –	44,50 ±	38,69 ±	49,47 ±	47,67 ±	73,42 +	64,97 +	44,71 ±	59,40 ±
П.Н.А.	65,47 +	54,07 ±	31,49 –	33,77 –	20,44 –	40,58 ±	68,71 +	43,73 ±	63,92 +	53,46 +	39,92 –
Л.М.А.	58,39 +	28,25 –	21,88 –	27,96 –	32,85 –	41,91 ±	57,96 ±	40,18 ±	38,89 –	47,87 ±	50,16 ±
М.Д.О.	65,61 +	26,70 –	6,53 –	47,75 ±	47,58 ±	34,84 ±	58,29 ±	60,06 +	47,62 ±	53,93 ±	54,40 ±
Ш.А.В.	77,14 +	75,32 +	30,16 –	39,75 ±	44,94 ±	66,22 +	59,84 ±	58,70 ±	62,13 +	69,41 +	81,31 +
Н.А.С.	87,86 +	25,61 –	20,07 –	21,47 –	19,73 –	43,82 ±	41,74 ±	48,03 ±	72,22 +	56,09 ±	69,74 +
<b>Медиана</b>	<b>68,16 +</b>	<b>30,15 –</b>	<b>22,69 –</b>	<b>32,25 –</b>	<b>30,19 –</b>	<b>43,14 ±</b>	<b>52,63 ±</b>	<b>53,92 ±</b>	<b>55,22 ±</b>	<b>53,97 ±</b>	<b>58,61 +</b>
Станд. отклонение	16,56	19,42	12,80	17,06	13,94	16,39	14,16	17,34	16,20	10,00	13,15
Сдвиг абс.		-38,01	-45,47	-35,92	-37,97	-25,02	-15,54	-14,24	-12,95	-14,19	-9,55
Сдвиг, %		-55,8	-66,7	-52,7	-55,7	-36,7	-22,8	-20,9	-19,0	-20,8	-14,0

В зависимости от значения интегрального показателя функционального состояния организма в табл. 2 вместе с числовыми показателями использованы следующие обозначения:

+ : отличное и хорошее функциональное состояние; ± : удовлетворительное функциональное состояние; – : низкое функциональное состояние.

Анализ состояния организма испытуемых до нагрузки в соответствии с программой аппаратного компьютерного комплекса «Омега» оценивается в 68,16%. Основную группу с интегральным показателем 60–80% программа комплекса «Омега» характеризует как имеющие хорошие уровни функционального резерва и тренированности. У 3-х испытуемых функциональное состояние превышает 80%, что соответствует заключению: «отличное с высоким уровнем тренированности и высокими функциональными резервами организма». Особое внимание следует обратить на состояние испытуемой (Ш.М.В.), исходное состояние организма которой 23,1% в соответствии с программой комплекса «Омега» характеризуется как «низкий уровень тренированности, функциональные резервы низкие, состояние срыва адаптации в стадии истощения с преобладанием неспецифических изменений». Следует отметить, что данная испытуемая в течение рабочего дня наравне с остальными студентами выполняла учебную нагрузку, внешне не демонстрировала более низкие функциональные возможности организма, активно наравне со всеми выполняла программу испытания, но в дальнейшем должна быть отстранена от интенсивных нагрузок и находится под медицинским наблюдением врачей спортивной медицины. Снижение интегрального показателя физического состояния организма за период работы при окончании первого цикла измерений через 175 с составило 55,8% от исходного. К окончанию второго цикла обследования (342 с) после нагрузки произошло дальнейшее снижение состояния организма на 7,46%. Состояние первой астенической фазы организма, вызванной истощающей физической нагрузкой, продолжалось 729 с (примерно 12 мин). Восстановление начинается не в момент прекращения работы, в пределах 4 циклов регистрации сохраняется уровень астенического состояния организма. Вторая фаза – быстрого восстановления начинается спустя 922 с после прекращения истощающей нагрузки, третья фаза – медленного восстановления начинается спустя 1118 с. В периоде астении после нагрузки в первые 175 с и только у двоих испытуемых П.Н.А. и Ш.А.В. зарегистрирован удовлетворительный и хороший уровни состояния организма. Одна испытуемая в течение 25 минут оставалась в состоянии, не позволяющем выполнить физическую работу повторно.

Динамика процесса восстановления имеет абсолютно индивидуальный характер. Обследование завершено после 10 последовательно выполненных регистраций состояния организма. В среднем через 1922 с (32 мин) после нагрузки восстановление организма до уровня «хорошее» зарегистрировано у двоих, все остальные остаются на уровне 50–60%. Состояние организма в диапазоне 40–60% 8 испытуемых программой комплекса «Омега» обозначается как «функциональное состояние организма ниже нормы. Состояние перенапряжения, недостаточность адаптационно-приспособительных механизмов и неспособность обеспечить оптимальную, адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды». Индивидуального уровня функционального состояния организма за 32 мин после нагрузки достигла только одна испытуемая – Ш.А.В.

**Заключение.** Использование ПАК «Омега» позволило объективно оценить степень индивидуальной реакции при выполнении нагрузки, которая регламентируется самооценкой невозможности продолжить работу в заданном темпе. Динамика восстановления исходной работоспособности не имеет линейной характеристики и занимает более продолжительное время, чем следует субъективное представление о возможности продолжить физическую работу в прежнем темпе и мощности. Практическое значение применения результатов исследования – определение допуска спортсмена к последующим повторным попыткам в текущем соревновательном периоде. Возможно прогнозирование ожидаемого спортивного результата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парин, В.В. Космическая кардиология / В.В. Парин, Р.М. Баевский, Ю.Н. Волков, О.Г. Газенко. – Л.: Медицина, 1967. – 206 с.
2. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 250 с.
3. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб., 2014. – 164 с.
4. Научно-производственная фирма «ДИНАМИКА». Система комплексного компьютерного исследования функционального состояния организма человека «Омега-М». Документация пользователя. – СПб., 2006.

#### REFERENCES

1. Parin V.V., Bayevski R.M., Volkov Yu.N., Gazenko O.G. *Kosmicheskaya kardiologiya* [Space Cardiology], Leningrad: Meditsina, 1967, 206 p.
2. Bayevski R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical Analysis of Changes in Heart Rate under Stress], Moskva: Nauka, 1984, 250 p.
3. Gavrilova E.A. *Ritmokardiografiya v sporte: monografiya* [Rhythmocardiography in Sports: Monograph], SPb., 2014, 164 p.
4. Nauchno-proizvodstvennaya firma "DINAMIKA". *Sistema kompleksnogo kompyuternogo issledovaniya funktsionalnogo sostoyaniya organizma cheloveka "Omega-M"* [The system of complex computer research of the functional state of human body "Omega-M"], User documentation, St. Petersburg, 2006.

Поступила в редакцию 13.02.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: ProkhozhiySA@vsu.by – Прохожий С.А.

## ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В МЕДИЦИНСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ БЕЛАРУСИ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА

Н.Н. Парфенова

*Учреждение образования «Могилевский государственный медицинский колледж»*

*Организация первых медицинских школ на территории Беларуси совпала с усилением идеологического гнета на территории Западного края в связи с восстанием 1863–1864 гг. Царское правительство недооценивало национальную составляющую воспитания в процессе формирования гражданского самосознания воспитанников медицинских школ, осуществляя борьбу с белорусским произношением, культурой и литературой, что нашло отражение в уставах и правилах поведения.*

*Цель статьи – воссоздать в целостности воспитательный процесс в медицинских учебных заведениях на территории Беларуси конца XIX – начала XX века и определить возможные перспективы использования выявленного исторического опыта в современных условиях.*

**Материал и методы.** *Архивные документы, найденные в фондах Республики Беларусь и Российской Федерации (Минска, Гродно, Санкт-Петербурга). Методы исследования: выявления, изучения и систематизации источников; анализа (сравнительно-исторический, ретроспективный, историко-структурный), описания; анализ и синтез полученной информации в контексте исследуемой эпохи и современных социокультурных проблем образования как составного элемента национальной культуры.*

**Результаты и их обсуждение.** *Проанализированы уставы медицинских учебных заведений на территории Беларуси конца XIX – начала XX века, дана оценка работе педагогических советов при учреждениях образования. Показаны определенные черты и закономерности содержания воспитательного процесса в медицинских школах на территории Беларуси. Сам образовательно-воспитательный процесс ограничивался получением системы знаний, которая соответствовала бы привычному образу жизни и потребностям представителей социальных слоев, являющихся воспитанниками медицинских образовательных учреждений на территории Беларуси.*

**Заключение.** *Воспитательные функции в медицинских учебных заведениях на территории Беларуси конца XIX – начала XX века осуществляли руководство в лице директора, созданный педагогический совет, а также преподаватели учебных дисциплин. Ведущую роль в социальном и нравственном воспитании играли церковь и священник, на фоне исторического союза православной церкви и государства.*

**Ключевые слова:** *медицинское образование, воспитательный процесс, Беларусь, религия и культура.*

## EDUCATIONAL PROCESS AT MEDICAL EDUCATION ESTABLISHMENTS OF BELARUS IN THE LATE 19TH – EARLY 20TH CENTURIES

N.N. Parfenova

*Education Establishment “Mogilev State Medical College”*

*The organization of the first medical schools in Belarus coincided with the intensification of ideological oppression in the Western Territory in connection with the uprising of 1863–1864. The tsarist government underestimated the national component of education in the process of shaping the civic consciousness of medical school students, carrying out a struggle with the Belarusian pronunciation, culture and literature, which was reflected in the statutes and rules of conduct.*

*The purpose of the article is to recreate in integrity the educational process in medical schools on the territory of Belarus (the late 19<sup>th</sup> – the early 20<sup>th</sup> century) and to identify the possible prospects for using the historical experience in modern conditions.*

**Material and methods.** *Archival documents found in the funds of the Republic of Belarus and the Russian Federation (Minsk, Grodno, St. Petersburg) were the research material. The research methods were the method of identifying, studying and systematizing sources; the method of analysis (comparative-historical, retrospective, historical-structural), the method of description; analysis and synthesis*

of the information received in the context of the era under study and modern social and cultural problems of education as an integral element of national culture.

**Findings and their discussion.** The statutes of medical educational institutions on the territory of Belarus in the late 19<sup>th</sup> – early 20<sup>th</sup> centuries were analyzed, the work of pedagogical councils at educational institutions was assessed. Certain features and patterns of the content of the educational process in medical schools in Belarus were shown. The educational process itself was limited to obtaining a system of knowledge that would correspond to the usual way of life and the needs of representatives of social strata who were students of medical education institutions on the territory of Belarus.

**Conclusion.** Educational functions at medical schools on the territory of Belarus in the late 19<sup>th</sup> – early 20<sup>th</sup> centuries were carried out by the Head, the established Pedagogical Council, as well as teachers of academic disciplines. The leading role in social and moral education was played by the church and the priest, against the backdrop of the historical union of the Orthodox Church and the state.

**Key words:** medical education, educational process, Belarus, religion and culture.

Реформа 1861 года обострила проблемы медицинского обслуживания в первую очередь крестьянского населения. Если в период существования крепостного права помещики осуществляли обеспечение крестьян медицинской помощью за собственный счет, открывая даже лечебницы, то после 1861 года большинство сельского населения осталось практически без нее. Уровень и качество оказания медицинской помощи населению, особенно сельскому, находились на крайне низком уровне. В связи с этим губернаторами и правительством поднимались вопросы об организации научной медицины и акушерства на присоединенных белорусских землях. Создание первых медицинских школ на территории Беларуси совпало с усилением идеологического гнета на территории Западного края в связи с восстанием 1863–1864 гг.

Царское правительство недооценивало национальную составляющую воспитания в процессе формирования гражданского самосознания воспитанников медицинских школ, осуществляя борьбу с белорусским произношением, культурой и литературой, что нашло отражение в уставах и правилах поведения.

Цель статьи – воссоздать в целостности воспитательный процесс в медицинских учебных заведениях на территории Беларуси конца XIX – начала XX века и определить возможные перспективы использования выявленного исторического опыта в современных условиях.

**Материал и методы.** Архивные документы, найденные в фондах Республики Беларусь и Российской Федерации (Минска, Гродно, Санкт-Петербурга), составили наибольшую и разнообразную по характеру группу источников. В рамках нашего исследования использовались следующие методы: выявления, изучения и систематизации источников; анализа (сравнительно-исторический, ретроспективный, историко-структурный), описания; анализ и синтез полученной информации в контексте исследуемой эпохи и современных социокультурных проблем образования как составного элемента национальной культуры.

**Результаты и их обсуждение.** Учебное заведение при больнице Могилевского приказа общественного призрения официально было открыто 23 февраля 1865 года. Проект предполагал прием воспитанниц из числа крестьянского сословия от 20 до 35 лет, здоровых и способных к обучению. В первые четыре года своего существования повивальная школа служила исключительно для образования девушек из Могилевской губернии. В 1869 году в паевое содержание учебного заведения вступает Витебская губерния, от которой в учебное заведение поступает 3 воспитанницы, а в 1870 г. уже 6 девушек крестьянского происхождения для обучения повивальному искусству. В начале 70-х годов XIX века в долю расходов вступает Минская губерния. Поэтому Могилевская губернская администрация выступила с предложением о подготовке в Могилеве повивальных бабок для всего Северо-Западного края. В Министерстве внутренних дел данную инициативу поддержали и признали целесообразным преобразование. 6 мая 1874 года решением Высочайшего государственного совета Могилевская повивальная школа преобразована в Центральную для Могилевской, Минской и Витебской губерний. Пансионерки, не моложе 18 и не старше 25 лет, преимущественно из крестьянского сословия, присылались в школу тремя вышеупомянутыми губерниями, за счет которых и содержались. Жили в здании школы на полном казенном содержании (форменная одежда, питание, учебные пособия и канцелярия) и впоследствии должны были отработать, каждая в той губернии, за чей счет содержалась, по полтора года за каждый год обучения.



Программа обучения «приноровлена вполне к кругу деятельности сельских повивальных бабок, вынужденных действовать почти всегда самостоятельно, и поэтому отличающемуся во всех отношениях от круга деятельности городских повивальных бабок, которые в трудных случаях могут всегда обращаться за советом к врачу» [1].

К воспитанницам предъявлялись довольно высокие требования не только относительно знаний, но и касательно поведения и нравственности. За «плохие успехи» в учебе или «дурное поведение, что может испортить нравственность других учениц» воспитанницы могли быть отчислены на основании Устава Могилевской Центральной повивальной школы, принятого Министерством внутренних дел 14 июня 1874 года. На основании §68 Устава «ученицы отсылаются назад за счет той же губернии, от которой были присланы», сумма затрат от 12 до 20 рублей [2]. При школе для целей доставки учениц служил извозчик Нахим Лейбович Этин, который доставлял отчисленных учениц домой и воспитанниц, успешно окончивших курс до места прохождения службы. В Национальном историческом архиве Беларуси имеется расписка («Условие») мещанина Этина об обязательстве доставить 3-х учениц в Витебское губернское правление за сумму 14 руб. серебром [3], на это ему было выдано свидетельство за печатью школы с гербом Российской империи для того, чтобы городские и земские власти «чинили ему туда и обратно свободу и беспрепятственный пропуск». В качестве гарантии доставки и сохранности воспитанниц у Этина был взят на хранение паспорт [4].

В Могилевской повивальной школе действовали следующие правила поведения для воспитанниц:

### *Отделение 1-е:*

Ученицы встают в 6 утра, приводят в порядок свои постели и к 7 утра выходят из своих помещений в классы, служащие для занятий. В 7 утра общая молитва, читаемая по очереди, затем завтрак и чай. Перед первым уроком, начинаемым в 8 утра, ровно, как и перед каждым последующим, ученицы заходят в класс раньше наставника и занимают места. После прихода наставника дежурная ученица сообщает об отсутствующих и наблюдает, чтобы для занятий было все необходимое, ровно как: бумага, чернила, карандаш, мел, губка и проч, а также следит, чтобы начисто была вытерта доска. Во время преподавания ученицы строго следят за уроком, причем запрещено было чтение книг и занятие чем-либо к уроку не относящимся, одновременно запрещалось отвлекать учителя в это время каким-либо вопросом. При ответе на вопрос ученицы должны были встать и свои мысли излагать чисто русским языком, избегая белорусского наречья. Во время письменных работ запрещалось заглядывать в чужие тетради с целью списывания. Вызов учениц во время урока и выход из класса не разрешался. В 2 часа дня ученицы отправлялись на обед, перед любым приемом пищи была молитва. Во время приемов пищи обязательно соблюдение тишины. После обеда у учениц был трехчасовой отдых, в ходе которого они могли гулять под надзором повивальной бабки (старшей или младшей). С 6 до 9 вечера происходила «репетиция занятий» (выполнение домашних заданий и подготовка к занятиям), после чего с 9 до 10 ужин и чай. В 10 часов, после вечерней молитвы, под надзором воспитательницы ученицы ложились спать, каждая на свою кровать, в комнатах должна была соблюдаться тишина.

### *Отделение 2-е:*

Накануне воскресных и праздничных дней все воспитанницы должны быть в Церкви на всенощном богослужении, а в самые эти дни на литургии занимать в храмах определенные для них места и слушать богослужение с особым вниманием и благоговением. Разговоры и перешептывание, как и выход из храма, без острой необходимости, запрещены. Во время всенощной и в воскресные дни, ученицы подходили для поклонения св. Евангелию, а в праздники елеопомазания. Во время литургии, при пении «Тебе поем», когда совершалось пресуществление св. Даров, при пении молитвы Господней, при появлении св. Даров, после причащения священнослужителей ученицы совершали земные поклоны. Выходить из училища на богослужение и возвращаться должны были попарно, не позволяя себе жалостей и нескромности. В воскресенье и праздничные дни в послеобеденное время воспитанницам, живущим в училище, после записи в особый журнал разрешалась отлучка в город от 4 до 8 часов, с тем расчетом, чтобы они были подготовлены к двум первым урокам следующего дня. Кроме воскресных и праздничных дней воспитанницам разрешалась отлучка в город, к приезжающим родителям и знакомым, в свободное от занятий время, по устному заявлению, во время занятий это было запрещено, за исключением экстренных случаев. Остальное время до вечерней молитвы распределялось так же, как и в 1-м отделении. Как во время пребывания в училище, так и во время выхода в город

воспитанницы по отношению к начальникам, учителям и сторонним лицам обязаны были соблюдать правила вежливости. Во взаимоотношениях между собой должны были вести себя дружелюбно и искренне, избегать бранных слов, обидных прозвищ, как во время игры, так и вне. Шалостей и неправильных поступков подруг не скрывать, если производилось дознание. Если имели место поступки, унижающие звание учениц, об этом должны были донести руководству школы.

В декабре 1873 года директор Могилевской повивальной школы, по совместительству старший акушер Могилевской врачебной управы, Н.М. Мандельштам передал в Министерство внутренних дел проект открытия в Могилеве фельдшерской школы. 16 июля 1874 года Государственный совет выдал разрешение на открытие фельдшерской школы в Могилеве, ставшей центром указанного образования для Могилевской, Витебской и Минской губерний. В этом же году специально для школы было построено деревянное здание на Почтовой улице. Разработанный Устав Могилевской фельдшерской школы был рекомендован Сенатом в качестве образцового для фельдшерских школ Российской империи, что закреплено в указе № 55329 от 2 декабря 1875 года «О расширении программ преподавания в земских фельдшерских школах» [5].

В январе 1875 года в первый класс Могилевской Центральной фельдшерской школы было принято казенных – 16 человек, вольнокоштных – 10 человек. В последующие годы прием учеников производился раз в год, в начале августа, принимали здоровых мальчиков в возрасте 13–16 лет, в 1-й специальный класс до 17 лет.

Для воспитанников фельдшерской школы были установлены определенные правила [6]: ученики обязаны в воскресные и праздничные дни посещать богослужения и в храме вести себя пристойно, не выходить из церкви до конца богослужения, стоять в указанных местах рядами. В учебное время недопустимо опаздывать на молитву перед началом занятий. Выходить из класса самовольно во время занятий запрещалось, как и до прихода преподавателя. В классе каждый ученик занимает положенное место и самовольно не имеет права его менять. Во время занятий ученики обязаны сидеть прямо, не должны разговаривать, подсказывать, во время объяснения преподавателем молчать и только после задавать интересующие вопросы. Ученики должны оказывать почтение начальникам, преподавателям, вставать при иных посторонних лицах. При встрече в стенах школы или за ее пределами должны приветствовать вежливым поклоном. По отношению к своим товарищам должны быть дружелюбны, ссоры, брань, драки строго запрещались. Всякого рода игры на деньги, продажа вещей, книг, продуктов запрещены. Играть на музыкальных инструментах разрешалось по субботам и праздничным дням, как и чтение книг. Из литературы дозволялось читать только книги, которые выдавались библиотекой учебного заведения. Чтение других книг без разрешения начальства было строго запрещено. Ученикам запрещалось посещать трактиры и иные подобные заведения, как и употреблять спиртные напитки и курить табак. Для учащихся школы обязательным было дежурство, которое организовывалось по месяцам в столовой, на уроках, занятиях в лечебнице и аптеке.

Для решения вопросов по учебной и воспитательной части в Могилевской Центральной фельдшерской и повивальной школах был учрежден Педагогический Совет, состоящий из преподавателей школы под председательством директора.

Решением первого Педагогического Совета Могилевской Центральной фельдшерской школы за 17 января 1875 года [7] были определены взыскания относительно поступков учеников: замеченные лгать, таить ученики наказываются в первый раз строгим выговором с внесением в журнал поведения; во второй раз – домашним арестом на срок от 1 до 3-х дней; в третий раз – исключаются; за дерзость, нанесенную служащим при заведении лицам и преподавателям и плохое поведение, учащиеся исключаются. Кроме этого, Совет постановил: в начале каждого месяца ученики, получающие в общем не менее 4-х баллов, назначаются столоначальниками, а если остаются такими же успевающими в течение года, то переводятся в следующий класс без экзаменов.

Особое внимание в Могилевской Центральной фельдшерской и повивальной школах было обращено на воспитательную сторону учебного процесса. В материалах педагогических советов можно встретить ряд протоколов, в которых рассматривались поведение и поступки воспитанников. Чаще воспитанники за дурное поведение и нарушение правил школы (курение табака, неуважительное поведение, плохую успеваемость) исключались, отдельные временно. В протоколе заседания Совета

от 9 октября 1879 года рассматривались вопросы нравственного поведения воспитанника фельдшерской школы Петра Помалейко и ученицы повивальной школы Анастасии Ковган. Молодой человек передал записку, которую обнаружила повивальная бабка школы Аглая Трутко. В наказание Петр Помалейко был лишен звания столоначальника и подвергнут «карцерному заключению на хлебе и воде на срок ... с внесением записи в журнал о поведении [8].

Выпускники Могилевской Центральной фельдшерской школы для Могилевской, Витебской и Минской губернии по окончании обучения приносили присягу «на верность подданству и службы» в присутствии директора, преподавателей школы и священника, текст присяги был следующим [9]: «Клянусь Всемогущим Богом, перед святым Евангелием в верной службе и пользе Господу во всяких случаях, о ущербе же Его Величества интереса, вреда, убытка, как скоро о том уведаю... благовременно объявлять, но и всякими мерами отвратить и не допускать... всякую вредную тайность крепко хранить буду...». Фельдшера еврейского вероисповедания давали клятву в присутствии могилевского казенного раввина, которого директор приглашал лично, клятва евреев отличалась только тем, что они клялись «Господом Богом Адонаем, Богом Изралиевым».

Решением Витебского приказа общественного призрения от 15 ноября 1871 года № 2547 при Витебской больнице была открыта фельдшерская школа, которую возглавлял старший врач больницы приказа. В школу принимались учащиеся мужского пола 12–16 лет, которые «должны предварительно читать и писать по-русски». В конце обучения воспитанники сдавали итоговые испытания, по результатам которых выпускникам присваивалось звание «старшего» или «младшего» фельдшера. Звание «старшего фельдшера» получали воспитанники, проявившие себя в учебе и имеющие «положительный моральный облик», что говорит о высокой моральной оценке воспитанников.

В 1874 году Гродненская городская дума, озабоченная нехваткой медицинского персонала и отсутствием квалифицированной медицинской помощи женщинам и новорожденным детям, ходатайствовала перед губернатором Александром Елпидифоровичем Зуровым об открытии в Гродно повивальной школы. По инициативе губернатора 6 мая 1874 года решением Государственного Совета МВД получено разрешение на устройство в Гродно повивальной школы, устав которой имел 26 параграфов, определяющих порядок приема и программу обучения [10]. Повивальная школа в Гродно была открыта 1 октября 1876 года в ведении приказа общественного призрения на 20 учениц, с целью образования сельских повивальных бабок для оказания помощи роженицам, родильницам и новорожденным младенцам сельского населения Гродненской губернии. Принимали женщин и девушек из числа крестьянского населения от 18 до 30 лет, умеющих читать и писать по-русски. Воспитанницы поступали на полное обеспечение на протяжении 2-х лет обучения, получали форменную одежду, учебные пособия, питание и жили в комнатах при школе.

Правила для учениц Гродненской повивальной школы были следующими [11]: содержание всего порядка в заведении и общее наблюдение лежало на ответственной надзирательнице-акушерке, все воспитанницы обязаны были оказывать ей уважение и почтение. На обязательное для всех девушек дежурство ученицы являлись по расписанию. Отступление от графика дежурств не разрешалось, только в крайних случаях по уважительной причине. В этом случае ученица могла поставить дежурить вместо себя другую, по взаимному согласию. Ученицы должны были помогать старшим и выполнять их указания в пределах установленных правил школы. Дежурные распределялись по: родильному отделению, классу и столовой. Уборка родильного отделения являлась обязательной как для казенных, так и для своекоштных учениц. Уборка комнат, класса и столовой ложилась на плечи исключительно казеннокоштных воспитанниц. В родильное отделение ученицы обязаны были приходить в простых и строгих костюмах. Во всех случаях помощи, требующейся для родильниц и новорожденных, различия между казеннокоштными и своекоштными, не существовало. На дежурных ученицах лежала чистота и опрятность родильниц и новорожденных, в обязанности входило подмывание родильниц, купание детей, стирка пеленок. Кроме этого, выполнение назначений акушерок и врачей. Во время дежурства в родильном отделении воспитанницы должны были избегать громких разговоров, смеха и «вообще всего, что могло нарушить покой родильниц». При уходе за женщинами и новорожденными детьми ученицы не должны были позволять себе «никаких бранных слов, крика и т.п.», а вести себя почтительно. До начала дежурства ученицы должны были приготовить все необходимое заранее: воду,

мыло, глицерин, полотенце и прочее. За порчу госпитального имущества по причине неаккуратности ученицы «строго взыскивались». Ученицы обязаны были являться заблаговременно и оставаться в классе до конца урока, чтобы не нарушать классной тишины входя и выходя из класса. Посещение учениц родителями и другими лицами разрешалось только по согласию надзирающей акушерки. Курение табаку в здании школы и родовспомогательного учреждения было строго запрещено.

Вышеизложенные правила являлись обязательными для исполнения всеми ученицами. Замечания и нарушения влекли за собой выговор с последующей записью в так называемую «штрафную книгу». В случае повторения проступков ученицами ставился вопрос об исключении из повивальной школы.

В воспитательном процессе медицинских школ на территории Беларуси конца XIX века четко прослеживается идеологическая линия российского государства, касающаяся воспитательного процесса. Система воспитания была направлена на формирование у воспитанников четких идеологических взглядов, особенно что касалось представителей низших слоев общества – крестьянства и мещанства. Представители самой многочисленной в империи классовой общности должны были вернуться после обучения в свою среду и пропагандировать взгляды имперского правительства и церкви. Особое место в этом процессе отводилось священнику, который стоял на одном уровне с директором школы и влиял на все стороны жизни учебного заведения. Для проведения любых мероприятий требовались его разрешение и контроль содержания. По решению или доносу священника воспитанников могли исключить из повивальной школы даже за незначительные поступки, но входящие в противоречие с православной религией и моралью.

Первое частное медицинское учебное заведение в Минске было открыто в начале XX века Львом Захаровичем Гутцайтом. 11 ноября 1908 года Министерство внутренних дел утвердило Устав Минской фельдшерско-акушерской школы Л. Гутцайта и в январе 1909 года начались занятия. По типу учебных заведений школа относилась к фельдшерской школе обоих полов и родовспомогательному заведению, на основании чего готовила фельдшеров и фельдшерлиц на фельдшерском отделении и повивальных бабок 1-го и 2-го разряда на акушерском отделении.

Из сохранившегося в фондах Национального исторического архива в г. Минске личного дела одной из учащихся по специальности повивальной бабки 1-го разряда Гени Дихтер (год поступления 1911) [12], можно судить, что образовательный уровень поступающих был довольно высоким – в личном деле сохранилось свидетельство об окончании Витебской частной женской гимназии Е.М. Черновой в объеме 6-ти классов. Кроме того, имеется так называемое «свидетельство о благонадежности», отражающее, что Г. Дихтер «ни в чем предосудительном, как в нравственном, так и политическом отношении замечена не была» и «не состояла под судом или следствием». На основании этого можно судить, что власти беспокоились об идеологической ситуации в Западном крае, получение медицинского образования в повивальных и фельдшерских школах конца XIX – начала XX века являлось каналом социальной мобильности для представителей низких сословий (крестьян и мещан). Кроме того, по статистике, среди учащихся медицинских школ на территории Беларуси большой процент составляли лица еврейской национальности. В связи с этим императорское правительство вынуждено было ограничить распространение медицинского образования среди еврейского населения. Циркуляром Министерства внутренних дел от 12.06.1910 г. № 27 было ограничено количество приема евреев в повивальные и фельдшерские школы: в крупных городах – 5%, в других населенных пунктах вне границы оседлости – 10% и в районах черты оседлости – 15%.

Практические занятия проводились на базе Минской еврейской больницы (в настоящее время УЗ «3-я городская больница им. Е.В. Клумова»). При родильном отделении еврейской больницы ежедневно дежурили 4 ученицы школы. Правила для учениц на дежурстве и практических занятиях были такими: во время посещения родильного приюта воспитанницы должны подчиняться всем правилам приюта, должны посещать родильный приют в дни своих дежурств; в случае невозможности явиться на дежурство необходимо сообщить об этом заранее и, по возможности, найти себе замену. Во время практических занятий воспитанницы подчинялись лицам, руководящим практическими занятиями. Учащиеся на дежурстве обязаны были ухаживать за роженицами под руководством штатной акушерки и наблюдением врача больницы; должны являться на дежурство в чистом белом, застегнутом на все пуговицы халате, соблюдать чистоту и опрятность. Во время присутствия на операциях должны надевать

на голову косынку. Исправное посещение практических занятий, исполнение указанных правил, кроме того «самостоятельное проведение родов» служили основанием допуска к выпускным экзаменам. Итоговое испытание проходило в присутствии губернского врачебного инспектора и преподавателей школы. Программа испытаний включала теоретический и практический блоки, причем если в зависимости от специальности объем теоретических испытаний был различен, то практические навыки выполнялись в полном объеме независимо от специализации.

**Заключение.** Воспитательные функции в медицинских учебных заведениях на территории Беларуси конца XIX – начала XX века осуществляло руководство в лице директора, созданный Педагогический Совет, а также преподаватели учебных дисциплин. Ведущую роль в социальном и нравственном воспитании играли церковь и священник, на фоне исторического союза православной церкви и государства. Сам образовательно-воспитательный процесс ограничивался получением системы знаний, которая соответствовала бы привычному образу жизни и потребностям представителей социальных слоев, являющихся воспитанниками медицинских образовательных учреждений на территории Беларуси (в подавляющем большинстве ими были крестьяне и мещане).

Таким образом, отличительной чертой содержания воспитательного процесса в медицинских школах на территории Беларуси конца XIX – начала XX века была социальная направленность с опорой на религиозные ценности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт описания Могилевской губернии в историческом, физико-географическом, этнографическом, промышленном, сельскохозяйственном, лесном, учебном, медицинском и статистическом отношениях / сост. [с предисл.] и под ред. А.С. Дембовецкого. – Могилев, 1882–1884. – 3 т.
2. Национальный исторический архив Беларуси (далее НИАБ). – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 4. Л. 190. Подлинник.
3. НИАБ. – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 4. Л. 21. Подлинник.
4. НИАБ. – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 4. Л. 23. Подлинник.
5. Полное собрание законов Российской империи (1875) в 55 томах. – СПб.: Типография II отделения ЕГО ИМПЕРАТОРСКОГО ВЕЛИЧЕСТВА Канцелярии. – Т. 50 [От № 54879–55435]. – С. 401–402.
6. НИАБ. – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 17. Л. 141–144. Подлинник.
7. НИАБ. – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 1. Л. 57. Подлинник.
8. НИАБ. – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 17. Л. 113, 114. Подлинник.
9. НИАБ. – Ф. 2283. Оп. 1. Ед. хр. 15. Л. 14. Подлинник.
10. Национальный исторический архив Беларуси в г. Гродно (далее НИАБ в г. Гродно). – Ф. 9. Оп. 2. Ед. хр. 79. Л. 6. Подлинник.
11. НИАБ в Гродно. – Ф. 9. Оп. 1. Ед. хр. 633. Л. 150. Подлинник.
12. НИАБ. – Ф. 1544. Оп. 1. Ед. хр. 1. Л. 4, 5, 6, 8. Подлинник.

### REFERENCES

1. Dembovetski A.S. *Opyt opisaniya Mogilevskoi gubernii v istoricheskoy, fiziko-geograficheskoy, etnograficheskoy, promyshlennom, sel'skokhoziaistvennom, lesnom, uchebnom, meditsinskoy i statisticheskoy otnosheniyakh* [Experience in Describing Mogilev Region in Relation to History, Physical Geography, Ethnography, Industry, Agriculture, Forest, Education, Medicine and Statistics], Mogilev, 1882–1884, 3 Volumes.
2. National Historical Archive of Belarus (NHAB). – F. 2283. Op. 1. Units. 4. Sheet 190. Original.
3. NHAB. – F. 2283. Op. 1. Units 4. Sheet 21. Original.
4. NHAB. – F. 2283. Op. 1. Units 4. Sheet 23. Original.
5. *Polnoye sobraniye zakonov Rossiiskoi imperii (1875) v 55 tomakh* [Complete Collection of Laws of the Russian Empire (1875) in 55 Volumes], SPb.: *Tipografiya II otdeleniya Yego Imperatorskogo Velichestva Kantseliarii*, 50 [№ 54879–55435], pp. 401–402.
6. NHAB. – F. 2283. Op. 1. Units 17. Sheets 141–144. Original.
7. NHAB. – F. 2283. Op. 1. Units 1. Sheet 57. Original.
8. NHAB. – F. 2283. Op. 1. Units 17. Sheet 113, 114. Original.
9. NHAB. – F. 2283. Op. 1. Units 15. Sheet 14. Original.
10. National Historical Archive in the City of Grodno (NHAB in Grodno). – F. 9. Op. 2. Units 79. Sheets 6. Original.
11. NHAB in Grodno. – F. 9. Op. 1. Units. 633. Sheets 150. Original.
12. NHAB. – F. 1544. Op. 1. Units 1. Sheets 4, 5, 6, 8. Original.

Поступила в редакцию 20.10.2022

Адрес для корреспонденции: e-mail: nova\_nata\_nata@mail.ru – Парфенова Н.Н.

УДК 372.857

## РОЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОГО ФАКУЛЬТАТИВА «ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА» В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ И STEAM-КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Е.В. Белая\*, Н.С. Сологуб\*, М.О. Шерстен\*\*, О.Г. Талерова\*, К.Г. Бобровская\*

\*Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

\*\*ГУО «Средняя школа № 2 г. Борисова»

*В статье анализируется необходимость реализации факультатива «Генетические факторы здоровья человека» в учреждениях общего среднего образования. Авторами приводятся результаты экспериментального исследования, доказывающего эффективность реализации факультатива в формировании здоровьесберегающих и STEAM-компетенций у обучающихся III ступени общего среднего образования. Описываются структура интегрированного факультатива и темы занятий.*

*Цель работы – обоснование актуальности реализации факультатива «Генетические факторы здоровья человека» в учреждениях общего среднего образования для формирования здоровьесберегающих и STEAM-компетенций у обучающихся.*

**Материал и методы.** Материалом послужили нормативные документы Министерства образования Республики Беларусь и результаты двух этапов анкетирования обучающихся ГУО «Гимназия № 18 г. Минска». Применялись аналитический, сравнительно-сопоставительный и обобщающий методы исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Авторами конкретизирован набор здоровьесберегающих и STEAM-компетенций, на основании чего были разработаны анкеты по диагностике уровня их сформированности и программа интегрированного факультатива «Генетические факторы здоровья человека». Приводится тематика факультатива, а также результаты вводного и итогового анкетирования по четырем группам здоровьесберегающих и STEAM-компетенций, которые демонстрируют, что после реализации факультатива процент обучающихся, имеющих высокий уровень сформированности компетенций, возрастает.

**Заключение.** Авторы, на основании доказательства эффективности рассмотренного обучения, предлагают реализацию интегрированного факультатива «Генетические факторы здоровья человека» в учреждениях общего среднего образования, описывают содержание и формы проведения занятий.

**Ключевые слова:** биология, генетика, здоровый образ жизни, здоровьесбережение, компетенции, здоровье человека, STEAM-компетенции, STEAM-образование.

## THE ROLE OF THE INTEGRATED OPTIONAL COURSE OF HUMAN HEALTH GENETIC FACTORS IN SHAPING STUDENT HEALTH PRESERVATION AND STEAM COMPETENCIES

E.V. Belaya\*, N.S. Sologub\*, M.O. Shersten\*\*, O.G. Talerova\*, K.G. Bobrovskaya\*

\*Education Establishment "Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University"

\*\*SEE "Secondary School № 2 of Borisov"

*The article analyzes the need to implement the option course of Genetic Factors of Human Health at establishments of general secondary education. The authors present the findings of experimental observations proving the effectiveness of the implementation of the option course in the formation of health saving and STEAM competencies of students of the III levels of general secondary education. The article describes the structure of the elective and the topics of classes.*

*The article is aimed at substantiation of the topicality of the implementation of the optional course of Genetic Factors of Human Health at establishments of general secondary education for shaping student health saving and STEAM-competences.*

**Material and methods.** The material was the normative documents of the Ministry of Education of the Republic of Belarus and the results of two stages of the survey of students at Minsk Gymnasium № 18. Analytical, comparative and generalizing research methods were used.

**Findings and their discussion.** The authors concretized a set of health-saving and STEAM-competencies, on the basis of which questionnaires were developed to diagnose the level of their formation and the program of the integrated elective course of Genetic Factors of Human Health. The article presents the topics of the elective, as well as the results of introductory and final questionnaires on four groups of health-saving and STEAM-competencies, which demonstrate that after the implementation of the elective of Genetic Factors of Human Health, the percentage of students with a high level of competence formation increases.

**Conclusion.** The authors, based on the evidence of effectiveness, propose the implementation of the integrated optional course of Genetic Factors of Human Health at establishments of general secondary education, describe the content and forms of classes.

**Key words:** Biology, genetics, healthy lifestyle, health preservation, competence, human health, STEAM-competencies, STEAM-education.

Основная цель интегрированного факультатива «Генетические факторы здоровья человека» – формирование здоровьесберегающих (под которыми, в самом общем смысле, понимают готовность обучающихся самостоятельно решать вопросы, связанные с сохранением, укреплением, поддержанием здоровья, соблюдением принципов здорового образа жизни) и STEAM-компетенций, которые лежат в основе формирования научного мировоззрения и развития навыков научно-исследовательской и инженерно-технической деятельности в вопросах здоровьесбережения.

Предлагаемые занятия более детально раскрывают образовательный и воспитательный потенциал учебного предмета «Биология» посредством глубокого погружения в тематику сохранения здоровья и понимания значимости ЗОЖ [1].

Актуальность факультатива «Генетические факторы здоровья человека» обусловлена, с одной стороны, потребностью в формировании культуры здорового образа жизни и укреплении здоровья обучающихся, с другой – важностью использования необходимых приемов в формировании ценностно-мотивационных установок у обучающихся с учетом многофакторного воздействия на здоровье молодежи как генетических особенностей, так и условий внешней среды. Особую роль при этом играет возможность диагностики и предупреждения заболеваний. Авторы интегрируют вопросы сохранения здоровья с достижениями в области генетики в рассматриваемом направлении, что актуально и с позиций STEAM-образования, которое предполагает взаимосвязь пяти STEAM-блоков: Science (естественные науки), Technology (технология), Engineering (инженерные практики), Art (искусство) и Math (математика).

В ходе исследования генетической оценки рисков развития нарушений осанки у детей и подростков для создания здоровьесберегающей среды была выявлена потребность в привлечении знаний из области генетики для формирования у молодежи ценностного отношения к собственному здоровью и пониманию личной ответственности за его сохранность, что и инициировало разработку интегрированного факультатива «Генетические факторы здоровья человека». В то же время STEAM-образование позволяет подчеркнуть и тот факт, что человек не только трансформирует окружающую среду, которая впоследствии изменяет и самого человека, но также для удовлетворения своих потребностей вторгается в организацию человеческого организма, в том числе в геном. Как внешние, так и внутренние трансформации среды строятся на научно обоснованных и высокотехнологичных исследованиях. Сегодня за каждым биомедицинским экспериментом и открытием стоит междисциплинарная интеграция – синтез различных областей знания. Генетические исследования не исключение в междисциплинарности, ведь, сегодня в приоритете такие STEAM-профессии (профессии на стыке наук), как генный инженер, биотехнолог, наномедик, биоинформатик и др. Подготовка указанных специалистов начинается со школьного возраста и для этого педагоги используют весь потенциал как основного образовательного процесса, так и дополнительного.

Отметим, что в STEAM-образовании блок «Science» включает естественные науки, основы которых в учреждениях общего среднего образования представлены учебными предметами «Биология», «Химия», «География», «Физика», «Астрономия».

В любом учебном предмете заложены интегративные связи, что подчеркивает единство окружающего мира. Интегративные связи конкретного учебного предмета в STEAM-блоках раскрываются в большей степени. Поэтому при реализации STEAM-образования может быть выделен ведущий учебный предмет (предмет-«локомотив»), выступающий интегратором, и определены вспомогательные учебные предметы (предметы-«вагоны») [2]. Отталкиваясь от идеи о «предметах-локомотивах», учебный предмет «Биология» выступает как доминирующее проблемное поле в реализации интегрированного факультатива «Генетические факторы здоровья человека».

Сегодня для реализации дополнительных образовательных траекторий во внеучебное время в учреждениях общего среднего образования предлагается три факультатива по учебному предмету «Биология» с грифом Министерства образования Республики Беларусь, направленных на углубленное изучение аспектов здоровья человека и технологий его сохранения: «Разговор о культуре здорового питания» (V–IX классы), «Физиологические и гигиенические аспекты здоровья человека» (IX класс) и «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» (по учебным предметам «Информатика», «Физика», «География», «Математика», «Химия», «Биология») (X–XI классы) [3]. Однако эти факультативы отражают в большей степени теоретические вопросы и влияние внешних факторов на здоровьесбережение, в то время как факультативные занятия «Генетические факторы здоровья человека» нацелены на ознакомление с направлениями практического управления здоровьем человека на уровне генома на основе современных научно-практических достижений.

Разработанный нами факультатив ориентирован на расширение и углубление знаний обучающихся о физическом благополучии, полученных при изучении учебного предмета «Биология» на II и III ступенях общего среднего образования, на установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья и образом жизни, а также на профессиональную ориентацию обучающихся к выбору профессий биологического и медицинского направления.

Цель работы – обоснование актуальности реализации факультатива «Генетические факторы здоровья человека» в учреждениях общего среднего образования для формирования здоровьесберегающих и STEAM-компетенций у обучающихся.

**Материал и методы.** На первом этапе исследования проводился теоретический анализ нормативных документов Министерства образования Республики Беларусь и научно-методического обеспечения: образовательного стандарта среднего образования [4]; учебных программ по учебному предмету «Биология», 7–11-й класс [5]; инструктивно-методического письма Министерства образования Республики Беларусь «Об организации в 2023/2024 учебном году образовательного процесса при изучении учебных предметов и проведении факультативных занятий при реализации образовательных программ общего среднего образования» [6]; учебного пособия для XI класса по учебному предмету «Биология» [7]; рабочей тетради для учащихся XI класса [8].

На втором этапе среди 22 обучающихся ГУО «Гимназия № 18 г. Минска» проводилось анкетирование по оценке уровня сформированности компетенций: 1) ценностного отношения к здоровью; 2) готовности к поиску и усвоению знаний; 3) готовности к приобретению умений; 4) готовности к развитию навыков, направленных на сохранение и укрепление здоровья в повседневной деятельности.

При обобщении результатов применялись аналитический, сравнительно-сопоставительный, обобщающий методы исследования.

**Результаты и их обсуждение.** При изучении учебного предмета «Биология» в Республике Беларусь основы генетики рассматриваются в относительно небольшом объеме: 6 глава «Наследственность и изменчивость» в XI классе, состоящая из 10 параграфов (14 часов) [5].

У обучающихся при изучении тем «Моногибридное скрещивание. Первый и второй законы Менделя», «Цитологические основы наследования признаков при моногибридном скрещивании», «Взаимодействие аллельных генов. Анализирующее скрещивание», «Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя», «Хромосомная теория наследственности», «Генетика пола», «Модификационная изменчивость», «Генотипическая изменчивость», «Изучение наследственности и изменчивости человека», «Наследственные болезни человека»: формируются представления о законах наследственности и изменчивости, объясняющих наличие тех или иных признаков и свойств у потомков, отличных от их родителей; развиваются: навыки применения знаний о законах наследственности и изменчивости при выполнении практико-ориентированных заданий; умения и навыки оформления и решения генетических задач; умения выполнять лабораторные работы, фиксировать, анализировать и оформлять полученные результаты; навыки самостоятельной деятельности.

Интегрированный факультатив «Генетические факторы здоровья человека» нацелен не только на углубленное изучение наследственности и изменчивости, но и на установление внутри- и межпредметных связей посредством изучения тем по учебному предмету «Биология»: «Содержание химических элементов в организме. Макро- и микроэлементы», «Свойства и функции белков», «Нуклеиновые кислоты. Строение и функции ДНК», «Строение и образование половых клеток», «Общая характеристика обмена веществ и преобразование энергии», «Генетический код и его свойства»,



«Реализация наследственной информации», «Вирусные заболевания и их профилактика», «Роль регуляции и иммунной системы в поддержании постоянства внутренней среды организма», «Наследственность и изменчивость организмов» и т.п. [5].

Одной из задач факультатива выступает повышение мотивации по соблюдению здорового образа жизни и разработке персонального плана здоровьесбережения у обучающихся посредством понимания причинно-следственных связей между генетическими факторами заболеваемости и возможностью использования этих знаний для создания траектории по сохранению здоровья.

Факультатив рассчитан на 35 академических часов и предусматривает 17 интегрированных занятий, 6 лабораторных и 8 практических работ. Занятия носят интегративный характер и ставят целью актуализацию и углубление знаний в области общей биологии, генетики, анатомии, полученных при изучении школьного курса биологии, актуализацию умений и навыков, приобретенных в ходе изучения химии, математики, а также развитие представлений о технологиях, инженерии. Интегрированные занятия представлены следующими структурными элементами: актуализация знаний; объяснение нового материала; закрепление нового материала.

Блок лабораторных занятий дает возможность обучающимся освоить современные методы молекулярной и цитологической генетики, повысить интерес к изучению теоретического материала, связать теорию с практикой.

Блок практических работ несет основную нагрузку в формировании персонализированной мотивации к соблюдению ЗОЖ и осознании персональной ответственности за свое здоровье, приобретении практических знаний и умений, направленных на его сохранение.

Цель практических работ – сформировать у обучающихся представление о рисках развития у них тех или иных заболеваний, оказать помощь в оценке аспектов повседневной жизни, которые могут спровоцировать те или иные заболевания, а также подобрать персональные элементы ЗОЖ, которые послужат основой профилактических мероприятий. Например, знания о здоровом питании позволят обучающимся приобрести практические навыки приготовления здоровой пищи, умения планировать и осуществлять регулярные физические упражнения дадут возможность всегда быть в форме, знания об основных принципах гигиены и личной безопасности помогут избежать ряда опасных заболеваний, а умение распределять время в течение дня станет эффективным механизмом управления стрессом и снятия напряжения.

Практические работы включают следующие элементы: актуализация теоретических знаний; оценка индивидуальных рисков: анкетирование на предрасположенность к определенной группе заболеваний; изучение нового материала: характеристика заболеваний, причины, последствия; изучение направлений профилактики; обсуждение и разработка персональных стратегий коррекции образа жизни обучающихся в направлении здоровьесбережения.

Факультатив «Генетические факторы здоровья человека» предполагает изучение конкретных тем и выполнение практических и лабораторных работ межпредметного характера на основе интеграции учебного предмета «Биология» с различными STEAM-блоками. После названия каждой темы авторы кратко указывают направления интеграции (биология +...) (табл.).

Оценка эффективности сформированности здоровьесберегающих и STEAM-компетенций осуществлялась методом анкетирования. Оно проводилось в начале реализации факультатива и на итоговом занятии, т.е. изучалась динамика в формировании здоровьесберегающих и STEAM-компетенций обучающихся. Анкеты «до» и «после» в обоих случаях содержали вопросы по четырем блокам, ответы на которые позволили оценить сформированность здоровьесберегающих и STEAM-компетенций обучающихся: ценностное отношение к здоровью; готовность к поиску и усвоению знаний межпредметного характера через проведение исследований, постановку экспериментов; готовность к приобретению умений; готовность к развитию навыков, направленных на сохранение и укрепление здоровья в повседневной деятельности.

Блок вопросов по оценке ценностного отношения к здоровью позволил определить, насколько правильно питаются обучающиеся, занимаются ли они физическими упражнениями, употребляют ли алкоголь и как в целом они относятся к своему здоровью. Результаты анкетирования до реализации факультатива и по итогу («до» и «после») отражены на рис. 1.

## Содержание и формы занятий факультатива «Генетические факторы здоровья человека»

Тема занятия	Интегрированное занятие	Практическое занятие	Лабораторное занятие	Количество часов
<b>Нуклеиновые кислоты – основа наследственности. Наследственность. Строение ДНК. Функциональные части гена</b> (+ технология и инженерия – расшифровка ДНК, синтез ДНК, искусственный геном)	+			2
<b>Анализ кариотипов различных видов млекопитающих</b> (+ технологии – выявление генетических патологий и прогнозирование рисков)		+		1
<b>Получение препарата ДНК из тканей животных</b> (+ технологии – использование ДНК в медицине и криминалистике)			+	2
<b>Выделение нуклеиновых кислот из клеток растений</b> (+ химия + технология и инженерия – выделение нуклеиновых кислот, секвенирование, полимеразная цепная реакция)			+	2
<b>Реализация наследственной информации. Транскрипция. Трансляция. Посттрансляционная модификация белка</b> (+ технологии – биотехнологические методы разработки полезных и ценных белков, биосинтез белков)	+			2
<b>Определение фенотипа подозреваемого по результатам генетического анализа</b> (+ технологии – методы идентификации личности)		+		1
<b>Мутации. Полиморфизм. Типы. Значение и последствия</b> (+ инжиниринг – мутации в селекции растений и животных)	+			1
<b>Изучение политенных хромосом из слюнных желез личинок двукрылых</b> (+ технология – цитогенетическая маркерная система для определения последствий воздействия абиотических и биотических факторов среды)			+	1
<b>Генетика развития. Генетический контроль развития в онтогенезе. Тканеспецифичная трансляция</b> (+ технологии + инжиниринг – изготовление препаратов, влияющих на метаболизм, рост и деление клеток)	+			1
<b>Изменчивость онтогенетических модификаций листовых пластинок в зависимости от условий внешней среды</b> (+ математика – степень выраженности признака, вариационные ряды)			+	1
<b>Генные сети. Генетический контроль развития признаков</b> (+ инжиниринг – моделирование и построение генных сетей)	+			1
<b>Определение частот аллелей и генотипов в модельной популяции</b> (+ математика – количественная генетика)			+	1
<b>Норма и патология признака. Здоровье/болезнь. Моногенные и мультифакторные заболевания</b> (+ математика + экология – генетическая вариабельность, наследственная отягощенность, определение рисков)	+			1
<b>Определение нормы реакции скорости произвольных движений</b> (+ математика – зависимость широты нормы реакции от факторов психомоторного развития)			+	1
<b>Социальные последствия заболеваний: ограничения жизнедеятельности и социальной активности, инвалидизация</b> (+ обществоведение + физическая культура + технологии + инжиниринг – адаптация, повышения уровня жизни, зона комфорта, технологические приспособления для профилактики заболеваний и ликвидации ограничений жизнедеятельности)	+			1
<b>Наследственная предрасположенность, факторы ее реализации и контроля. Группы риска. Профилактика мультифакторных заболеваний</b> (+ технологии + инжиниринг – генетические тесты, генетические анализы, цитогенетические анализы, молекулярно-генетический анализ, анализ мутаций генов)	+			1

<b>Здоровый образ жизни. Зачем? Как?</b> (+ физическая культура – физическая активность)	+			1
<b>Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы. Наиболее распространенные заболевания сердечно-сосудистой системы. Генетические факторы риска</b> (+ технологии + инжиниринг – диагностика сердечно-сосудистых заболеваний, технологии в профилактике и предотвращении сердечно-сосудистых заболеваний (стентирование, кардиомониторинг и др.))	+			1
<b>Оценка индивидуальных рисков развития сердечно-сосудистых заболеваний. Персонализированные подходы к профилактике</b> (+ математика + физическая культура – обработка результатов теста, комплексы лечебных физических упражнений)		+		1
<b>Возрастные особенности опорно-двигательного аппарата. Наиболее распространенные заболевания опорно-двигательного аппарата. Генетические факторы риска</b> (+ технологии + инжиниринг – диагностика заболеваний опорно-двигательного аппарата, технологии в профилактике и предотвращении последствий заболеваний опорно-двигательного аппарата (протезирование, имплантация))	+			1
<b>Оценка индивидуальных рисков развития заболеваний опорно-двигательного аппарата. Персонализированные подходы к профилактике</b> (+ математика + физическая культура – обработка результатов теста, комплексы лечебных физических упражнений)		+		1
<b>Возрастные особенности пищеварительной и эндокринной систем. Расстройства пищевого поведения. Избыточная масса тела. Генетические факторы риска</b> (+ физическая культура – комплексы лечебных физических упражнений)	+			1
<b>Оценка индивидуальных рисков развития расстройства пищевого поведения и ожирения. Персонализированные подходы к профилактике</b> (+ математика + физическая культура – обработка результатов теста, комплексы лечебных физических упражнений)		+		1
<b>Алкогольная, никотиновая и наркотическая зависимости. Факторы риска и направления профилактики</b> (+ математика – диагностика алкогольной, никотиновой и наркотической зависимостей)	+			1
<b>Оценка индивидуальных рисков развития алкогольной, никотиновой и наркотической зависимостей. Персонализированные подходы к профилактике</b> (+ физическая культура – обработка результатов теста, профилактика алкогольной, никотиновой и наркотической зависимостей)		+		1
<b>Возрастные особенности органов дыхания и функционирования иммунной системы. Генетические факторы риска восприимчивости к инфекционным заболеваниям</b> (+ технологии + инжиниринг – диагностика заболеваний органов дыхания и функционирования иммунной системы, технологии в профилактике и предотвращении последствий заболеваний органов дыхания и функционирования иммунной системы (ингаляции, вакцинация и др.))	+			1
<b>Оценка индивидуальной устойчивости/восприимчивости к ОРВИ, ОРЗ. Персонализированные подходы к профилактике</b> (+ физическая культура – обработка результатов теста на восприимчивость к ОРВИ, профилактика ОРВИ)		+		1
<b>Возрастные особенности строения органа зрения. Заболевания органа зрения. Генетические риски и персональная профилактика</b> (+ технологии + инжиниринг – диагностика заболеваний органов зрения, технологии в профилактике и предотвращении последствий заболеваний органов зрения (оптические приборы, пересадка хрусталика, коррекция зрения))	+			1
<b>Оценка индивидуальных рисков развития заболеваний органа зрения. Персонализированные подходы к профилактике</b> (+ физическая культура – обработка результатов теста на остроту зрения, профилактика заболеваний органов зрения)		+		1
Мой персональный здоровьесберегающий план	+			1
Подведение итогов	+			1
<b>Итого:</b>				<b>35</b>

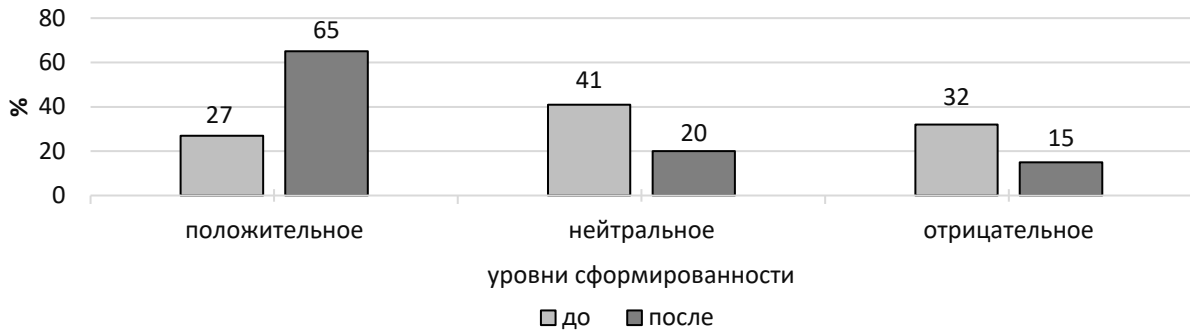


Рис. 1. Результаты оценки ценностного отношения к здоровью как основе благополучия всех сторон жизнедеятельности человека

Как следует из диаграмм (рис. 1), на начальном этапе 32% обучающихся обозначили свою позицию как близкую к нейтральной, у 41% сложилось нейтральное отношение, а у 27% респондентов – положительное отношение к здоровому образу жизни.

Результат итогового анкетирования после проведения факультативных занятий продемонстрировал положительную динамику – увеличилось количество обучающихся с положительным отношением к здоровому образу жизни (рис. 1): 65% высказали положительное ценностное отношение к здоровому образу жизни, что на 38% выше первоначальных результатов анкетирования. В то же время на 17% снизилось отрицательное отношение обучающихся к здоровьесбережению как необязательному компоненту их образа жизни.

Блок вопросов по оценке готовности к усвоению знаний в области здорового образа жизни, в том числе по овладению методами междисциплинарного исследования в логике STEAM (постановка научного эксперимента, опыта), направлен на выяснение уровня познавательной активности обучающихся по тем или иным аспектам здоровьесбережения.

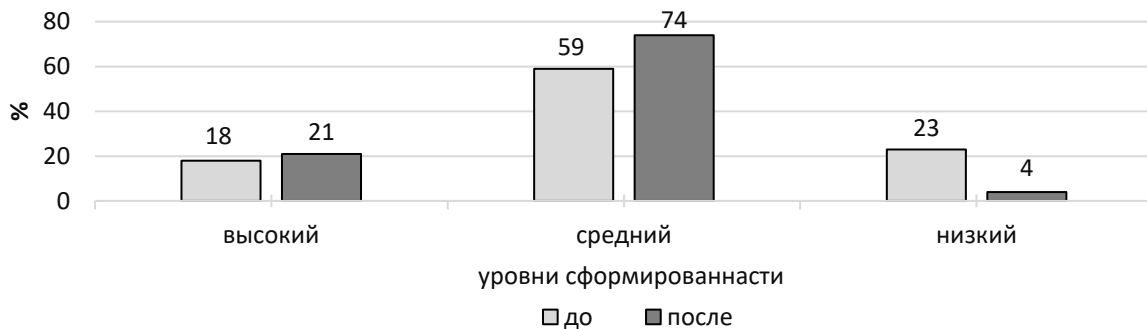


Рис. 2. Результаты оценки уровня готовности к усвоению знаний в области соблюдения здорового образа жизни

Как следует из диаграмм (рис. 2), на начальном этапе проведения факультатива 23% обучающихся продемонстрировали низкую готовность к усвоению знаний, 59% – среднюю и только 18% – высокую.

Результаты итогового анкетирования выявили положительную динамику – увеличение обучающихся со средней и высокой готовностью к усвоению знаний в области соблюдения здорового образа жизни. Так, 74% обучающихся по результатам анкетирования показали средний уровень готовности к усвоению знаний в области соблюдения здорового образа жизни, что на 15% выше итогов вводного анкетирования. Незначительно вырос и процент обучающихся с высокой готовностью узнать об основах здоровьесбережения – 21% по сравнению с 18% вводного анкетирования.

Изучение уровня готовности к приобретению умений по соблюдению здорового образа жизни и навыков работы в логике STEAM (видеть проблему, связи между областями знаний, умение ставить цель, выделять этапы работы, определять и представлять конечные ее результаты) было оценено по ответам обучающихся на вопросы анкеты, отражающим такие аспекты, как умение рассчитывать калораж пищи, белково-жиро-углеводный состав, включение ежедневных занятий физкультурой и спортом для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, наличие заболеваний опорно-двигательного

аппарата, выполнение упражнений, направленных на профилактику нарушений зрения, использование медитативных техник снижения стресса, наличие навыков в области личной гигиены и гигиены помещения, ведение ежедневного дневника достижений.

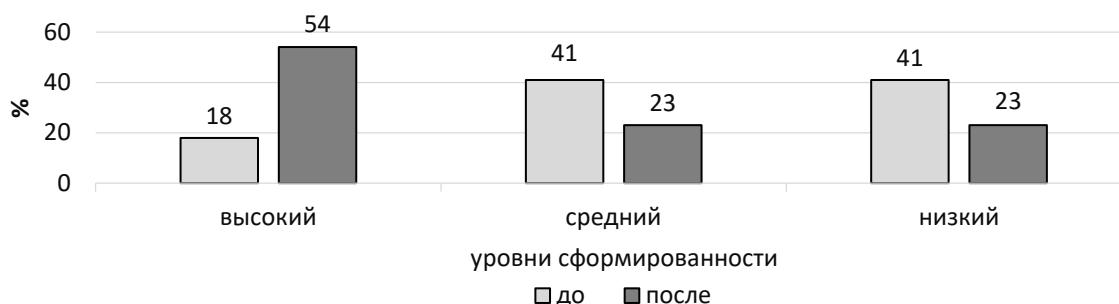


Рис. 3. Результаты оценки уровня готовности к приобретению умений в области здорового образа жизни

Как следует из диаграмм (рис. 3), на начальном этапе реализации факультатива для 41% обучающихся был характерен низкий уровень готовности, для такого же количества – 41% – средний и 18% – высокий к приобретению умений по соблюдению здорового образа жизни.

По результатам итогового анкетирования можно отметить положительную динамику в повышении уровня готовности к приобретению умений по соблюдению ЗОЖ и навыков работы в логике STEAM. Так, высокий уровень готовности присущ 54% обучающихся, что на 36% выше по сравнению с вводным анкетированием, а в категории «низкий уровень» количество ответов обучающихся снизилось до 23%.

Оценка готовности к развитию навыков, направленных на сохранение и укрепление здоровья в повседневной деятельности и умения планировать, описывать, исследовать, моделировать, проектировать, прогнозировать будущее состояние своего здоровья, определялась с помощью вопросов, направленных на выявление готовности обучающихся к ежедневному контролю качества, количества пищи, расчету калоража, включению ежедневных занятий физкультурой и спортом, упражнений, направленных на профилактику нарушений зрения, медитативных техник, ведению ежедневного дневника усилий и достижений и т.д. Результаты анкетирования в начале в конце факультатива отражены на рис. 4.

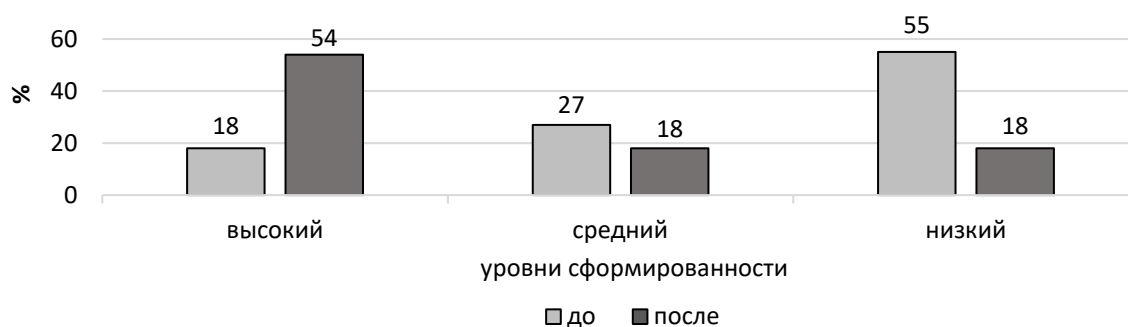


Рис. 4. Результаты оценки уровня готовности к усвоению навыков в области здорового образа жизни

Как следует из диаграмм (рис. 4), на начальном этапе 18% обучающихся продемонстрировали высокий уровень готовности к развитию навыков в области ЗОЖ, у 27% этот показатель средний и у 55% – низкий.

Результат итогового анкетирования показал, что после проведения факультатива процент обучающихся, имеющих высокий уровень готовности к развитию навыков, направленных на сохранение и укрепление здоровья в повседневной деятельности, составил 54%, что на 36% выше, чем по итогам вводного анкетирования, снизился показатель в категории «низкий уровень» до 18% по сравнению с 55% первоначальными.

**Заключение.** Факультатив «Генетические факторы здоровья человека» дополняет программу учебного предмета «Биологии» для учреждений общего среднего образования, углубляет знания и раскрывает интегративные связи биологии с другими учебными предметами – химией, основами безопасности

жизнедеятельности, математикой, а также с такими междисциплинарными областями деятельности человека, как технологии, инжиниринг и дизайн. Разработанные факультативные занятия развивают умение устанавливать причинно-следственные связи между причинами заболеваемости и собственной ответственностью за сохранение здоровья, мотивируют соблюдать ЗОЖ и понимать генетические основы здоровьесбережения. Это позволяет обучающимся осознать, что многие заболевания имеют генетическую предрасположенность, и научиться применять активные меры профилактики в любое время. Также важным результатом реализации факультатива является формирование у обучающихся персонализированного кейса повседневных здоровьесберегающих знаний, умений и навыков.

Посредством реализации небольших STEAM-проектов и исследований, связанных с генетикой, здоровьем и методами профилактики, обучающиеся получают возможность применить свои знания на практике. Они изучают конкретные генетические факторы, проводят анализ данных и делают выводы на основе собственных наблюдений. Такой опыт помогает им развивать научное мировоззрение и критическое мышление, а также укрепляет их понимание связи между генетикой и здоровьем. Следовательно, факультатив «Генетические факторы здоровья человека» способствует формированию здоровьесберегающих и STEAM-компетенций обучающихся, позволяет разработать им персональный трекер здоровья.

*Работа выполнена в рамках реализуемой на базе БГПУ НИР «Генетическая оценка рисков развития нарушений осанки у детей и подростков для создания здоровьесберегающей среды» задания 4.1.1 «Экспериментальная оценка эффективности комплекса методов, направленных на коррекцию патологических процессов и клинических симптомов социально значимых заболеваний» подпрограммы «Экспериментальная медицина» ГПНИ «Трансляционная медицина» на 2021–2025 годы при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь, № ГР20211257.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гаирбеков, М.М. Формирование ценностных ориентаций и отношения молодежи к здоровому образу жизни / М.М. Гаирбеков // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 1. – С. 1–5.
2. Сологуб, Н.С. STEAM-образование: химия как доминирующее проблемное поле / Н.С. Сологуб, Е.Я. Аршанский // Химия в школе. – № 1. – 2023. – С. 34–40.
3. Учебная программа факультативных занятий по биологии / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adu.by/images/2023/obr/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Дата доступа: 05.08.2023.
4. Образовательный стандарт среднего образования / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/biologiya.html>. – Дата доступа: 05.08.2023.
5. Учебные программы / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/biologiya.html>. – Дата доступа: 05.08.2023.
6. Инструктивно-методическое письмо Министерства образования Республики Беларусь «Об организации в 2023/2024 учебном году образовательного процесса при изучении учебных предметов и проведении факультативных занятий при реализации образовательных программ общего среднего образования» (общая часть) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/biologiya.html>. – Дата доступа: 05.08.2023.
7. Дашков, М.Л. Биология: учеб. пособие для 11 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения (с электронным приложением для повышенного уровня) // М.Л. Дашков, А.Г. Песнякевич, А.М. Головач. – Минск: Народная асвета, 2021. – 305 с.
8. Дашков, М.Л. Биология. 11 класс. Рабочая тетрадь (базовый уровень) / М.Л. Дашков, А.М. Головач. – Минск: Аверсэв, 2023. – 128 с.

#### REFERENCES

1. Gairbekov M.M. *Voprosy nauki i obrazovaniya* [Issues of Science and Education], 2018, 1, pp. 1–5.
2. Sologub N.S., Arshanski Ye.Ya. *Khimiya v shkole* [Chemistry at School], 1, 2023, pp. 34–40.
3. *Uchebnaya programma fakultativnykh zaniatii po biologii* [Biology Optional Class Curriculum]. – Available at: <https://adu.by/images/2023/obr/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. – Accessed: 05.08.2023.
4. *Obrazovatelny standart srednego obrazovaniya* [Academic Standard of Secondary Education]. – Available at: <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/biologiya.html>. – Accessed: 05.08.2023.
5. *Uchebnye programmy* [Curricula]. – Available at: <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/biologiya.html>. – Accessed: 05.08.2023.
6. *Instruktivno-metodicheskoye pismo Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus "Ob organizatsii v 2023/2024 uchebnom godu obrazovatel'nogo protsessa pri izuchenii uchebnykh predmetov i provedenii fakultativnykh zaniatii pri realizatsii obrazovatelnykh programm obshchego srednego obrazovaniya" (obshchaya chast)* [Guidelines and Methodological Letter of the Ministry of Education of the Republic of Belarus "About Setting Up in the Academic Year of 2023/2024 of Academic Process in the Course of Learning Academic Subjects and Conducting Optional Classes in Implementing Curricula of General Secondary Education" (General Part)]. – Available at: <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/biologiya.html>. – Accessed: 05.08.2023.
7. Dashkov M.L., Pesniakovich A.G., Golovach A.M. *Biologiya: ucheb. posobiye dlia 11 klassa uchrezhdenii srednego obrazovaniya s russkim yazykom obucheniya* [Biology: Manual for the 11<sup>th</sup> Year of General Secondary Education Establishments], Minsk: Narodnaya asveta, 2021, 305 p.
8. Dashkov M.L., Golovach A.M. *Biologiya. 11 klass. Rabochaya tetrad* [Biology. 11 Year Workbook]. – Minsk: Aversev, 2023, 128 p.

Поступила в редакцию 15.09.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: kolyuchka005@rambler.ru – Белая Е.В.

## ПАМ'ЯТИ УЧЕНОГО, ПЕДАГОГА, ПАТРИОТА И НАШЕГО УЧИТЕЛЯ В.С. КОНЮШКО

Е.Я. Аршанский, В.Н. Нарушевич, С.В. Чубаро



26 октября 2023 года исполнилось 20 лет со дня смерти одного из старейших преподавателей факультета химико-биологических и географических наук, ветерана труда, представителя педагогической династии – Вильяма Семеновича Конюшко.

Родился Вильям Семенович 25 декабря 1932 года в д. Александрия Шкловского района Могилевской области. После окончания Великой Отечественной войны его семья переехала в поселок Лужесно Витебского района. Сначала он учился в Лужеснянской базовой школе, а затем в Мазоловской средней школе, проявляя огромную тягу к знаниям. Каждую неделю, независимо от погоды, он отправлялся из поселка в городскую библиотеку Витебска за книгами для чтения, преодолевая путь почти в 22 км.

Свою первую профессию агронома-полевода он получил в Лужеснянском сельскохозяйственном техникуме. Дальнейший жизненный путь Вильяма Семеновича определили любовь к природе, стремление к образованию и пример родителей-педагогов.

Его отец, Семен Макарович Конюшко, преподавал историю в Лужеснянском сельскохозяйственном техникуме, а мать, Александра Федосовна Ромашкова, работала учителем белорусского языка и литературы Лужеснянской восьмилетней школы. Педагогом была и родная тетя (сестра матери), Оксана Федосовна Ромашкова, участница партизанского движения в составе бригады Н.Ф. Королева. С 1954 по 1965 год она работала директором Жорновской восьмилетней школы Осиповичского района Могилевской области, преподавала историю и Конституцию СССР. За многолетнюю и добросовестную работу О.Ф. Ромашковой было присвоено звание «Заслуженная учительница БССР». Впоследствии работала учителем географии и истории в Лужеснянской восьмилетней школе Витебского района. Таким образом, выбор профессии педагога для Вильяма Семеновича был абсолютно осознанным.

В 1951 году он поступил на естественно-географический факультет Витебского учительского института, после окончания которого получил квалификацию учителя биологии и географии. С 1953 года работал учителем биологии в Замшинской семилетней школе Лиозненского района.

В 1954 году В.С. Конюшко поступил в Витебский государственный педагогический институт имени С.М. Кирова на заочное отделение биолого-химического факультета. В этом же году его призвали на службу в Советскую Армию. Несмотря на перерыв в учебе, в 1959 году он окончил институт и получил квалификацию учителя биологии и химии, одновременно работая завучем и учителем в Бабиничской средней школе Витебского района.

На протяжении 40 лет с 1963 года вся судьба В.С. Конюшко связана с ВГПИ имени С.М. Кирова (с 1998 г. ВГУ имени П.М. Машерова). Он работал ассистентом и старшим преподавателем, доцентом и заведующим кафедрой зоологии, деканом агробиологического факультета, заместителем декана биолого-химического факультета.

Основная сфера его профессиональных интересов связана с методикой преподавания биологии. Он читал лекционный курс, вел лабораторные занятия, учебные полевые и педагогические практики. Руководил студенческим методическим кружком, в рамках которого осуществлялась научно-исследовательская работа. Постоянно читал лекции для учителей школ по актуальным вопросам методики преподавания биологии и проводил занятия на курсах повышения квалификации. Являлся организатором подготовки и проведения биологических районных и областных олимпиад учащихся.

Основной методической системы В.С. Конюшко послужила разработка проблемы мотивации учения как решающего фактора эффективности образовательного процесса. По его мнению, деятельность учителя биологии обязательно должна быть направлена на развитие внутренней мотивации учащихся, познавательного интереса, любви к изучаемому предмету, к самому процессу умственного труда. Девиз любого урока «Учение с увлечением». Вильям Семенович был патриотом своего факультета, чтит его традиции, являлся наставником многих поколений учителей. Не только начинающие, но маститые педагоги всегда могли прийти к нему и получить консультацию по вопросам подготовки и организации уроков и внеклассных мероприятий.

Глубина его знаний, большой вклад в развитие методики преподавания биологии свидетельствуют о признании В.С. Конюшко как видного ученого-методиста. Он является автором более 70 научных трудов по методике преподавания биологии, среди которых «Как подготовить урок биологии», «Методика обучения биологии», «Страницы экологического краеведения», «Мир животных. 1000 задач и тестов», «Экологические прогулки», «Экскурсии в мир животных», «Задания для самостоятельных работ учащихся по зоологии», серия методических пособий краеведческого характера («Водные беспозвоночные», «Наземные беспозвоночные», «Рыбы, земноводные и пресмыкающиеся»), «Природа служит человеку» (хрестоматия по охране природы), ряд статей в «Настаўніцкай газеце».

Вильям Семенович активно участвовал в процессе реформирования содержания учебного предмета «Биология»: в начале 2000-х был членом творческого коллектива по созданию учебной программы по биологии и одним из авторов экспериментальных учебников: «Биология. Животные. 8 класс» и «Основы общей биологии. 10 класс».

За плодотворную педагогическую, научную и общественную деятельность и большой вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов В.С. Конюшко награжден знаками «Отличник просвещения СССР», «Отличник народного образования БССР», медалью «Ветеран труда» и многими почетными грамотами.

Представителем педагогической династии семьи Конюшко является жена Вильяма Семеновича – Лилия Андреевна Конюшко (Трутнева), выпускница биолого-химического факультета ВГПИ имени С.М. Кирова, которая всю свою жизнь посвятила профессии учителя. Она работала сначала учителем биологии в СШ № 29 г. Витебска, а с 1961 по 1989 г. – учителем химии СШ № 4 г. Витебска. Награждена медалью «Ветеран труда».

Продолжила семейную традицию их дочь Светлана Вильямовна Чубаро (Конюшко). После окончания Витебского государственного педагогического института имени С.М. Кирова работала учителем географии средней школы № 1 г. Витебска. С 1995 года ее трудовая деятельность на протяжении 28 лет связана с факультетом химико-биологических и географических наук. Она работала преподавателем, старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой географии. С 2020 года – доцент кафедры экологии и географии, кандидат педагогических наук. Светлана Вильямовна является продолжателем методической школы В.С. Конюшко, область ее научных интересов также методика преподавания биологических и географических дисциплин.

Педагогическое образование художественно-искусствоведческой направленности получила и внучка – Екатерина Чубаро.

В любой профессии важны традиции, преемственность профессиональных качеств, связь между поколениями. Лучше всего они реализуются тогда, когда то или иное дело становится частью жизни семьи. Так образуются династии. Династия семьи Конюшко не единственная на факультете химико-биологических и географических наук. Педагогические династии – гордость и достояние факультета, они вносят огромный вклад в дело образования и воспитания молодежи, формируют уважительное отношение к педагогической профессии и определяют особый статус педагога.

Чем более полными, глубокими, яркими и содержательными будут знания студентов об истории, традициях факультета, о преподавателях, которые внесли значительный вклад в его развитие, тем более эффективно будет решаться одна из главных задач воспитания – формирование гражданственности и патриотизма.



**Аршанскі Яўген Якаўлевіч** – прарэктар па навуковай рабоце ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар педагагічных навук, прафесар.

**Баброўская Крысціна Генадзьеўна** – аспірант кафедры геаграфіі і экалогіі чалавека БДПУ імя Максіма Танка, магістр педагагічных навук.

**Балаева-Ціхамірава Вольга Міхайлаўна** – загадчык кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

**Барысевіч Ірына Станіславаўна** – дацэнт кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

**Белавостаў Аляксей Аляксандравіч** – дацэнт кафедры хіміі і прыродазнаўчай адукацыі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

**Белая Алена Валянцінаўна** – дацэнт кафедры геаграфіі і экалогіі чалавека БДПУ імя Максіма Танка, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

**Дарафееў Сяргей Анатольевіч** – дацэнт кафедры фундаментальнай і прыкладной біялогіі ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

**Дарашэнка Яўгеній Міхайлавіч** – вядучы навуковы супрацоўнік навукова-даследчай лабараторыі УА “Гродзенскі дзяржаўны медыцынскі ўніверсітэт”, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

**Жарнасекаў Дзмітрый Данілавіч** – прафесар кафедры фундаментальнай і прыкладной біялогіі ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар біялагічных навук, дацэнт.

**Ліцянкова Анастасія Аляксееўна** – студэнтка ВДУ імя П.М. Машэрава.

**Мехавіч Андрэй Паўлавіч** – першы прарэктар ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат фізіка-матэматычных навук.

**Нарушэвіч Васілій Мікалаевіч** – загадчык аспірантуры ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук.

**Піткевіч Эдуард Сяргеевіч** – прафесар кафедры тэорыі і методыкі фізічнай культуры і спартыўнай медыцыны ВДУ імя П.М. Машэрава, доктар медыцынскіх навук, прафесар.

**Парфенава Наталля Мікалаеўна** – выкладчык Магілёўскага дзяржаўнага медыцынскага каледжа, магістр педагагічных навук.

**Паўлава Кацярына Яўгеньеўна** – студэнтка ВДУ імя П.М. Машэрава.

**Прахожы Сяргей Аляксандравіч** – дацэнт кафедры інфармацыйных тэхналогій і кіравання бізнесам ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат фізіка-матэматычных навук.

**Салагуб Наталля Станіславаўна** – старшы выкладчык кафедры геаграфіі і экалогіі чалавека БДПУ імя Максіма Танка, магістр педагагічных навук.

**Талерава Вольга Георгіеўна** – магістрант кафедры геаграфіі і экалогіі чалавека БДПУ імя Максіма Танка.

**Талкачова Таццяна Аляксандраўна** – дэкан факультэта хіміка-біялагічных і геаграфічных навук ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат біялагічных навук, дацэнт.

**Шаўрова Алена Вітальеўна** – старшы выкладчык кафедры фундаментальнай і прыкладной біялогіі ВДУ імя П.М. Машэрава, магістр біялагічных навук.

**Шацкі Рыгор Барысавіч** – дацэнт кафедры спартыўна-педагагічных дысцыплін ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

**Шпак Віктар Гарыевіч** – дацэнт кафедры тэорыі і методыкі фізічнай культуры і спартыўнай медыцыны ВДУ імя П.М. Машэрава, кандыдат педагагічных навук, дацэнт.

**Шыкунец Аляксей Барысавіч** – магістрант кафедры біятэхналогіі Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта.

**Шэрцень Максім Алегавіч** – настаўнік ДУА “Сярэдня школа № 2 г. Барысава”.

**Яхнавец Максім Мікалаевіч** – асістэнт кафедры аквакультуры і дызайну экасяроддзя Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта, магістр біялагічных навук.

**Arshanski Yaugeni Yakaulevich** – Vice Rector for Research of Vitebsk State P.M. Masherov University, Dr.Sc. (Education), Professor.

**Babrouskaya Krystsina Genadzyeuna** – Postgraduate Student of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University, Master of Education.

**Balayeva-Tsikhmirava Volga Mikhailauna** – Head of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Education, PhD (Biology), Assistant Professor.

**Barysevich Iryna Stanislavauna** – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Education, PhD (Education), Assistant Professor.

**Belakhvostau Aliaksei Aliksandravich** – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Chemistry and Natural Education, PhD (Education), Assistant Professor.

**Belaya Alena Valiantsinauna** – Assistant Professor of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University Department of Geography and Ecology of Human, PhD (Biology), Assistant Professor.

**Darafeyeu Siargei Anatolyevich** – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Fundamental and Applied Biology, PhD (Biology), Assistant Professor.

**Darashenka Yaugeni Mikhailavich** – Leading Researcher of Grodno State Medical University Research Laboratory, PhD (Biology), Assistant Professor.

**Zharnasekau Dzmitry Danilavich** – Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Fundamental and Applied Biology, Dr.Sc. (Biology), Assistant Professor.

**Litsiankova Anastasiya Aliakseyeuna** – student of Vitebsk State P.M. Masherov University.

**Mekhovich Andrei Paulavich** – First Vice Rector of Vitebsk State P.M. Masherov University, PhD (Physics and Mathematics).

**Narushevich Vasili Mikalayeovich** – Head of Vitebsk State P.M. Masherov University Postgraduate, PhD (Education).

**Pitkevich Eduard Siargeevich** – Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Theory and Methodology of Physical Culture and Sports Medicine Professor, Dr.Sc. (Medicine), Professor.

**Parfenava Natallia Mikalayeuna** – Lecturer of Mogilev State Medical College, Master of Education.

**Paulava Katsiaryna Yaugenyeuna** – student of Vitebsk State P.M. Masherov University.

**Prokhozhiy Siargei Aliksandravich** – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Information Technologies and Business Management, PhD (Physics and Mathematics).

**Salagub Natallia Stanislavauna** – Senior Lecturer of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University Department of Geography and Ecology of Human, Master of Education.

**Talerava Volga Georgiyeuna** – master student of Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University Department of Geography and Ecology of Human.

**Talkachova Tatsiana Aliksandrauna** – Dean of Vitebsk State P.M. Masherov University Faculty of Chemical Biological and Geography Sciences, PhD (Biology), Assistant Professor.

**Shaurova Alena Vitalyeuna** – Senior Lecturer of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Fundamental and Applied Biology, Master of Biology.

**Shatski Rygor Barysavich** – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Sport and Pedagogical Disciplines, PhD (Education), Assistant Professor.

**Shpak Viktor Gariyevich** – Assistant Professor of Vitebsk State P.M. Masherov University Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport Medicine, PhD (Education), Assistant Professor.

**Shykunets Aliaksei Barysavich** – master student of Palesky State University Department of Biotechnology.

**Sherstsen Maksim Alegavich** – teacher of Secondary School No 2 of Barysau.

**Yakhnnavets Maksim Mikalayeovich** – Assistant of Palesky State University Department of Aquaculture and Environmental Design, Master of Biology.

---

---

## ПРАВИЛЫ ДЛЯ АЎТАРАЎ

1. «Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта» публікуе вынікі навуковых даследаванняў, якія праводзяцца ў Віцебскім дзяржаўным універсітэце, навуковых установах і ВНУ рэспублікі, СНД і іншых краін. Асноўным крытэрыем мэтазгоднасці публікацыі з'яўляецца навізна і арыгінальнасць артыкула. Навуковы часопіс уключаны ў Пералік навуковых выданняў, рэкамендаваных ВАК Рэспублікі Беларусь для апублікавання вынікаў дысертацыйных даследаванняў па біялагічных, педагагічных, фізіка-матэматычных навуках. Па-за чаргой публікуюцца навуковыя артыкулы аспірантаў апошняга года навучання (уключаючы артыкулы, якія падрыхтаваны імі ў суаўтарстве) пры ўмове іх поўнай адпаведнасці патрабаванням, што прад'яўляюцца да навуковых публікацый выдання.

2. Патрабаванні да афармлення артыкула:

2.1. Рукапісы артыкулаў прадстаўляюцца на беларускай, рускай ці англійскай мове.

2.2. Кожны артыкул павінен утрымліваць наступныя элементы:

- індэкс УДК;
- назва артыкула;
- прозвішча і ініцыялы аўтара (аўтараў);
- арганізацыя, якую ён (яны) прадстаўляе;
- уводзіны;
- раздзел «Матэрыял і метады»;
- раздзел «Вынікі і іх абмеркаванне»;
- заключэнне;
- спіс выкарыстанай літаратуры.

2.3. Назва артыкула павінна адлюстроўваць яго змест, быць па магчымасці лаканічнай, утрымліваць ключавыя словы, што дазваляць індэксаваць артыкул.

2.4. Ва ўводзінах даецца кароткі агляд літаратуры па праблеме, указваюцца не вырашаныя раней пытанні, фармулюецца і абгрунтоўваецца мэта, падаюцца спасылкі на працы іншых аўтараў за апошнія гады, а таксама на замежныя публікацыі.

2.5. Раздзел «Матэрыял і метады» ўключае апісанне метадыкі, тэхнічных сродкаў, аб'ектаў і зместу даследаванняў, праведзеных аўтарам (аўтарамі).

2.6. У раздзеле «Вынікі і іх абмеркаванне» аўтар павінен зрабіць высновы з пункту гледжання іх навуковай навізны і супаставіць з адпаведнымі вядомымі дадзенымі. Гэты раздзел можа дзяліцца на падраздзелы з паясняльнымі падзаглаўкамі.

2.7. У заключэнні ў сціслым выглядзе павінны быць сфармуляваны атрыманыя вынікі, з указаннем на дасягненне пастаўленай мэты, навізну і магчымасці прымянення на практыцы.

2.8. Спіс літаратуры павінен уключаць не больш за 12 спасылак. Спасылкі нумаруюцца адпаведна з парадкам іх цытавання ў тэксце. Парадкавыя нумары спасылак пішуцца ў квадратных дужках па схеме: [1], [2]. Спіс літаратуры афармляецца ў адпаведнасці з патрабаваннямі ДАСТ – 7.1-2003. Спасылкі на неапублікаваныя працы, дысертацыі не дапускаюцца. Указваюцца поўная назва аўтарскага пасведчання і дэпаніраванага рукапісу, а таксама арганізацыя, якая прад'явіла рукапіс да дэпаніравання.

2.9. Артыкулы падаюцца ў рэдакцыю аб'ёмам не менш за 0,35 аўтарскага аркуша 14000 друкаваных знакаў, з прабеламі паміж словамі, знакамі прыпынку, лічбамі і інш.), надрукаваных праз адзін інтэрвал, шрыфт Times New Roman памерам 11 пт. У гэты аб'ём уваходзяць тэкст, табліцы, спіс літаратуры. Колькасць малюнкаў не павінна перавышаць трох. Малюнкi і схемы павінны падавацца асобнымі файламі ў фармаце jpg. Фатаграфіі ў друку не прымаюцца. Артыкулы павінны быць падрыхтаваны ў рэдактары Word для Windows. Простыя формулы і літарныя абазначэнні велічынь трэба ўстаўляць, выкарыстоўваючы Symbol (напрыклад,  $\infty$ ,  $A_1$ ,  $\beta^k$ , °C). Складаныя формулы набіраюцца тым жа шрыфтам і памерам, што і асноўны тэкст, пры дапамозе рэдактара формул Equation.

2.10. У дадатак да папяровай версіі артыкула ў рэдакцыю здаецца электронная версія матэрыялаў. Электронная і папяровая версіі артыкула павінны быць ідэнтычнымі. Адрас электроннай пошты ўніверсітэта (наука@vsu.by).

3. Да артыкула дадаюцца наступныя матэрыялы (на асобных лістах):

- рэферат (100–250 слоў), які павінен дакладна перадаваць змест артыкула і быць прыдатным для апублікавання ў анатацыях да часопісаў асобна ад артыкула, і ключавыя словы на мове арыгінала. Ён павінен мець наступную структуру: уводзіны, мэту, матэрыял і метады, вынікі і іх абмеркаванне, заключэнне;
- назва артыкула, прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцю), месца яго працы, рэферат, ключавыя словы і спіс літаратуры на англійскай мове;
- нумар тэлефона, адрас электроннай пошты аўтара;
- рэкамендацыя кафедры (навуковай лабараторыі) да друку;
- экспертнае заключэнне аб магчымасці апублікавання матэрыялаў у друку;
- кароткія звесткі пра аўтара на беларускай і англійскай мовах: прозвішча, імя, імя па бацьку аўтара (поўнаасцю); пасада; месца працы; навуковая ступень; навуковае званне; адрас для карэспандэнцыі (лепш электронны).

4. Артыкулы, якія дасылаюцца ў рэдакцыю часопіса, падлягаюць абавязковай праверцы на арыгінальнасць і карэктнасць запазычанняў сістэмай «Антыплагіят.ВНУ». Для арыгінальных навуковых артыкулаў ступень арыгінальнасці павінна быць не менш за 85%, для аглядаў – не менш за 75%.

5. Па рашэнні рэдкалегіі артыкул накіроўваецца на рэцэнзю, затым візіруецца членам рэдкалегіі. Вяртанне артыкула аўтару на дапрацоўку не азначае, што ён прыняты да друку. Перапрацаваны варыянт артыкула зноў разглядаецца рэдкалегіяй. Датай паступлення лічыцца дзень атрымання рэдакцыяй канчатковага варыянта артыкула.

6. Накіраванне ў рэдакцыю раней апублікаваных або прынятых да друку ў іншых выданнях работ не дапускаецца.

7. Адказнасць за прыведзеныя ў матэрыялах факты, змест і дакладнасць інфармацыі нясуць аўтары.

---

---

---

## GUIDELINES FOR AUTHORS

1. «Vesnik of Vitebsk State University» publishes results of scientific research conducted at Vitebsk State University as well as at scientific institutions and universities, CIS and other countries. The main criterion for the publication is novelty and specificity of the article. The scientific journal is included into the List of scientific publications recommended by Supreme Qualification Commission (VAK) of the Republic of Belarus for publishing the results of dissertation research in biological, pedagogical, physical and mathematical sciences. The priority for publication is given to scientific articles by postgraduates in their last year (including their articles written with co-authors) on condition these articles correspond the requirements for scientific articles of the journal.

2. Guidelines for the layout of a publication:

2.1. Articles are to be in Belarusian, Russian or English.

2.2. Each article is to include the following elements:

- UDK index;
- title of the article;
- name and initial of the author (authors);
- institution he (she) represents;
- introduction;
- «Material and methods» section;
- «Findings and their discussion» section;
- conclusion;
- list of applied literature.

2.3. *The title* of the article should reflect its contents, be laconic and contain key words which will make it possible to classify the article.

2.4. *The introduction* should contain a brief review of the literature on the problem. It should indicate not yet solved problems. It should formulate the aim; give references to the recent articles of other authors including foreign publications.

2.5. «*Material and methods*» section» includes the description of the method, technical aids, objects and contents of the author's (authors') research.

2.6. In «*Findings and their discussion*» section the author should draw conclusions from the point of view of their scientific novelty and compare them with the corresponding well-known data. This section can be divided into sub-sections with explanatory subtitles.

2.7. *The conclusion* should contain a brief review of the findings, indicating the achievement of this goal, their novelty and possibility of practical application.

2.8. The list of literature shouldn't include more than 12 references. The references are to be numerated in the order of their citation in the text. The order number of a reference is given in square brackets e.g. [1], [2]. The layout of the literature list layout is to correspond State Standard (GOST) – 7.1-2003. References to articles and theses which were not published earlier are not permitted. A complete name of the author's certificate and the deposited copy is indicated as well as the institution which presented the copy for depositing.

2.9. Two copies of articles of at least 0,35 of an author sheet size (14000 printing symbols with blanks, punctuation marks, numbers etc.), interval 1, Times New Roman 11 pt are sent to the editorial office. This size includes the text, charts and list of literature. Not more than three pictures are allowed. Pictures and schemes are to be presented in individual *jpg* files. Photos are not allowed. Articles should be typed in Word for Windows. Simple formulas and alphabetical symbols of dimensions should be put by using Symbol (e.g.  $\infty$ ,  $A_1$ ,  $\beta^k$ ,  $^{\circ}C$ ). Complicated formulas are typed by the same point and size as the basic text with the help of formula's editor Equation.

2.10. The electronic version should be attached to the paper copy of the article submitted to the editorial board. The electronic and the paper copies of the article should be identical. The university e-mail address is nauka@vsu.by).

3. Following materials (on separate sheets) are attached to the article:

- summary (100–250 words), which should precisely present the contents of the article, should be liable for being published in magazine summaries separately from the article as well as the key words in the language of the original. The structure of the summary is the following: introduction, objective, material and methods, findings and their discussion, conclusion;
- title of the article, surname, first and second names of the author (without being shortened), place of work, summary, key words and the list of literature should be in English;
- author's telephone number, e-mail address;
- recommendation of the department (scientific laboratory) to publish the article;
- expert conclusion on the feasibility of the publication;
- brief information about the author in Belarusian and Russian: the author's surname, name, patronymic; position, employment place; degree, title; post address (e-mail preferably).

4. All articles submitted to the editorial office of the journal are subject to mandatory verification of originality and correctness of borrowings by the Antiplagiat.VUZ system. For original scientific articles the degree of originality should be at least 85%, for reviews – at least 75%.

5. On the decision of the editorial board the article is sent for a review, and then it is signed by the members of the editorial board. If the article is sent back to the author for improvement it doesn't mean that it has been accepted for publication. The improved variant of the article is reconsidered by the editorial board. The article is considered to be accepted on the day when the editorial office receives the final variant.

6. Earlier published articles as well as articles accepted for publication in other editions are not admitted.

7. The authors carry responsibility for the facts provided in the articles, the content and the accuracy of the information.

---

---

---

Выдавец і паліграфічнае выкананне – установа адукацыі  
“Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”.

Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі ў якасці выдаўца,  
вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў  
№ 1/255 ад 31.03.2014.

Надрукавана на рызографе ўстанова адукацыі  
“Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”.  
210038, г. Віцебск, Маскоўскі праспект, 33.

Пры перадрукаванні матэрыялаў спасылка  
на “Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта” з’яўляецца абавязковай.

---

---