

ISSN 2519-2574

**Ученые записки**  
Брянского  
государственного  
университета

№ 4  
2024

Естественные науки

**Председатель редакционной коллегии**

**Антюхов Андрей Викторович** – ректор Брянского государственного университета им. акад. И. Г. Петровского,  
доктор филологических наук, профессор

**Главный редактор журнала**

**Зайцева Елена Владимировна** – доктор биологических наук, профессор

**Заместители главного редактора журнала**

**Харлан Алексей Леонидович** – кандидат биологических наук

**Лямцев Владимир Петрович** – кандидат сельскохозяйственных наук

**Редакционная коллегия**

**Математика и механика / Компьютерные науки и информатика**

**Ответственные редакторы:**

**Родикова Е.Г.** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского (*математика*).

**Иванова Н.А.** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информатики и прикладной математики Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского (*компьютерные науки и информатика*).

**Члены редакционной коллегии:**

**Васильев А.Ф.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры алгебры и геометрии Гомельского национального университета.

**Путилов С.В.** – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Расулов К.М.** – доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой математического анализа Смоленского государственного университета.

**Сорокина М.М.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Физические науки**

**Ответственный редактор:**

**Попов П.А.** – доктор физико-математических наук, профессор, кафедры экспериментальной и теоретической физики Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Члены редакционной коллегии:**

**Будько С.Л.** – кандидат физико-математических наук, профессор Университета Айовы (США, г. Айова).

**Митрошенков Н.В.** – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой экспериментальной и теоретической физики Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Биологические науки**

**Ответственные редакторы:**

**Семениченков Ю.А.** – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Харлан А.Л.** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Члены редакционной коллегии:**

**Анищенко Л.Н.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии, экологии и землеустройства Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Булохов А.Д.** – доктор биологических наук, профессор, Заслуженный работник высшего профессионального образования РФ, заведующий кафедрой биологии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Зайцева Е.В.** – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Заякин В.В.** – доктор биологических наук, профессор кафедры химии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Зенкин А.С.** – доктор биологических наук, заведующий кафедрой морфологии, физиологии и ветеринарной патологии Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева.

**Нанасенко Н.Н.** – доктор биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Пронин В.В.** – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра доклинических исследований Федерального центра охраны здоровья животных.

**Химические науки**

**Ответственный редактор:**

**Лукашов С.В.** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Члены редакционной коллегии:**

**Авдеев Я.Г.** – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник Института физической химии и электрохимии Российской академии наук.

**Кузнецов С.В.** – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой химии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Шлеев С.В.** – доктор химических наук, профессор университета Мальме.

**Науки о Земле и окружающей среде**

**Ответственный редактор**

**Москаленко О.П.** – кандидат географических наук, доцент кафедры географии, экологии и землеустройства Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Члены редакционной коллегии:**

**Долганова М.В.** – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой географии, экологии и землеустройства Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Потоцкая Т.И.** – доктор географических наук, профессор кафедры социально-экономической географии и природопользования Смоленского государственного университета.

**Чернов А.В.** – доктор географических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова.

**Шмакова М.В.** – доктор географических наук, профессор Института озероведения Российской академии наук.

**Педагогика (методика обучения естественным наукам)**

**Ответственный редактор:**

**Малиникова Н.А.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Члены редакционной коллегии:**

**Алдошина М.И.** – доктор педагогических наук, профессор кафедры технологий психолого-педагогического и специального образования Орловского государственного университета.

**Горбачев В.И.** – доктор педагогических наук, Заслуженный учитель РФ, Почетный работник ВПО, профессор кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Дробышев Ю.А.** – доктор педагогических наук, профессор кафедры высшей математики и статистики Финансового университета при Правительстве РФ.

**Дробышева И.В.** – доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой высшей математики и статистики Финансового университета при Правительстве РФ.

**Малова И.Е.** – доктор педагогических наук, Почетный работник ВПО, профессор кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

**Симукова С.В.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики Брянского государственного университета им. акад. И.Г. Петровского.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-62799 от 18.08.2015  
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Ответственность за фактические данные, представленные в статьях, лежит на их авторах

© РИО ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», 2024

© Коллектив авторов, 2024

ISSN 2519-2574

SCIENTIFIC NOTES  
of the Bryansk State University

N 4  
2024

Natural sciences

### Head of the Editorial board

**Andrey Viktorovich Antyukhov**, Rector of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky,  
Sc. D. in Philological Sciences, Professor

### Editor-in-chief

**Elena Vladimirovna Zaitseva**, Sc. D. in Biological Sciences, Professor

### Deputy Editor-in-chief

**Alexey Leonidovich Kharlan**, Ph. D. in Biological Sciences

**Vladimir Petrovich Lyamtsev**, Ph. D. in Agricultural Sciences

### Editorial board

#### *Mathematics and Mechanics / Computer sciences*

##### Associate editors:

**Rodikova E.G.** – Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (*Mathematics*).

**Ivanova N.A.** – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Applied Mathematics, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky (*Computer sciences*).

##### Editorial board:

**Vasiliev A.F.** – Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Algebra and Geometry, Gomel National University.

**Ivanova N.A.** – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Computer Science and Applied Mathematics, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Putilov S.V.** – Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Rasulov K.M.** – Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Head of the Department of Mathematical Analysis, Smolensk State University.

**Sorokina M.M.** – Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### *Physical sciences*

##### Associate editor:

**Popov P.A.** – Sc. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Experimental and Theoretical Physics, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### Editorial board:

**Budko S.L.** – Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor of the University of Iowa (USA, Iowa).

**Mitroshenkov N.V.** – Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Experimental and Theoretical Physics, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### *Biological sciences*

##### Associate editors:

**Semenishchenkov Yu.A.** – Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Kharlan A.L.** – Ph. D. in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### Editorial board:

**Anishchenko L.N.** – Sc. D. in Agricultural Sciences, Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Bulokhov A.D.** – Sc. D. in Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Head of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Zaitseva E.V.** – Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Zayakin V.V.** – Sc. D. in Biological Sciences, Professor of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Zenkin A.S.** – Sc. D. in Biological Sciences, Head of the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Pathology, Mordovian State University named after N. P. Ogarev.

**Panasenko N.N.** – Sc. D. in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Pronin V.V.** – Sc. D. in Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Preclinical Research of the Federal Center for Animal Health.

##### *Chemical sciences*

##### Associate editor:

**Lukashov S.V.** – Ph. D. in Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### Editorial board:

**Avdeev Ya.G.** – Sc. D. in Chemical Sciences, Leading Researcher at the Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Russian Academy of Sciences.

**Kuznetsov S.V.** – Ph. D. in Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Shleev S.V.** – Sc. D. in Chemical Sciences, Professor at the University of Malmo.

##### *Earth and Environmental Sciences*

##### Associate editor:

**Moskalenko O.P.** – Ph. D. in Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### Editorial board:

**Dolganova M.V.** – Ph. D. in Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geography, Ecology and Land Management, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Pototskaya T.I.** – Sc. D. in Geographical Sciences, Professor of the Department of Socio-Economic Geography and Environmental Management, Smolensk State University.

**Chernov A.V.** – Sc. D. in Geographical Sciences, Professor, Moscow State University.

**Shmakova M.V.** – Sc. D. in Geographical Sciences, Professor of the Institute of Lake Science, Russian Academy of Sciences.

##### *Pedagogy*

##### Associate editor:

**Malinnikova N.A.** – Ph. D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

##### Editorial board:

**Aldoshina M.I.** – Sc. D. in Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Technologies of Psychological, Pedagogical and Special Education, Oryol State University.

**Gorbachev V.I.** – Sc. D. in Pedagogical Sciences, Honored Teacher of the Russian Federation, Honorary Worker of the Higher Educational Institution, Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Drobyshev Yu.A.** – Sc. D. in Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Higher Mathematics and Statistics, Financial University under the Government of the Russian Federation.

**Drobysheva I.V.** – Sc. D. in Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Higher Mathematics and Statistics, Financial University under the Government of the Russian Federation.

**Malova I.E.** – Sc. D. in Pedagogical Sciences, Honorary Worker of the Higher Educational Institution, Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

**Simukova S.V.** – Ph. D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Experimental and Theoretical Physics, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky.

## СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

- Нестеров А.С., Сорокина М.М.*  
О Строении  $\mathfrak{F}$ -корадикала конечной группы для  $\sigma_\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  ..... 9
- Новикова Д.Г., Сорокина М.М.*  
О Классах конечных групп, определяемых с помощью  $\mathfrak{F}^\omega$ -проекторов..... 16
- Родикова Е.Г., Кислакова К.В.*  
О нулях одного класса аналитических в круге функций с ограничением на характеристику  $M$ . Джрабшяна..... 21

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Терешенок Е.Ю., Ноздрачева Е.В.*  
Исследование влияния эндогенных и экзогенных факторов на нарушение маточно-плацентарного кровотока при беременности..... 24
- Токарева Ю.К., Немцова Е.В.*  
Анализ санитарно-микробиологического состояния воздуха школьных помещений .... 31
- Школин И.А.*  
О сохранении биоразнообразия остепненных лугов на ключевых участках верхнего течения реки Судость..... 38

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

- Лазаренко Д.В., Городков А.В.*  
Дворянские усадьбы Брянской области (к проблеме сохранения, изучения и современного использования)..... 45

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Березовская А.А., Лебенкова С.К., Мильшина Л.Д., Кузнецов С.В.*  
Ап-конверсионная люминесценция твердых растворов  $MEF_2-ERF_3$  (где  $ME-CA, SR$ ) при возбуждении излучением с длиной волны 802 нм..... 51
- Лебенкова С.К., Мильшина Л.Д., Кузнецов С.В.*  
Определение границ растворимости вольфраматов РЗЭ в вольфраматах щелочноземельных металлов..... 55
- Мильшина Л.Д., Лебенкова С.К., Кузнецов С.В.*  
Изучение пределов взаимной растворимости вольфраматов со стронцием и кальцием.. 60
- Никитенко Д.Д.*  
Оптимизация гравиметрической методики определения никеля в природных водах.... 64

*Новцева А.С.*

Количественный метод определения  $Pb^{2+}$  в природных водах методом прямой потенциометрии..... 67

### ПЕДАГОГИКА

*Булавинцева Л.И., Курило В.А.*

Кейс-технология как подход к решению проблемы содержания биологического образования в рамках формирования исследовательской культуры личности учащихся..... 71

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В РЕЦЕНЗИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОННОМ НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ БРЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА» («УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ БГУ») ..... 82

## CONTENT

### MATHEMATICS AND MECHANICS

<i>Nesterov A.S., Sorokina M.M.</i> On the structure of an $\mathfrak{F}$ -coradical of a finite group for an $\sigma_\Omega$ -foliated formation $\mathfrak{F}$ .....	9
<i>Novikova D.G., Sorokina M.M.</i> On classes of finite groups defined with the help of $\mathfrak{F}^\omega$ -projectors .....	16
<i>Rodikova E.G., Kislakova K.V.</i> On zeros of one class of analytical functions in a disk with a restriction on the characteristic of M. Djrbashian .....	21

### BIOLOGY

<i>Tereshenok E.Yu., Nozdracheva E.V.</i> Investigation of the influence of endogenous and exogenous factors on the violation of uteroplacental blood flow during pregnancy.....	24
<i>Tokareva Yu.K., Nemtsova E.V.</i> Analysis of the sanitary-microbiological state of air in school premises.....	31
<i>Shkolin I.A.</i> On the preserving the biodiversity of stepped meadows in the key areas of the upper Sudost river valley.....	38

### EARTH SCIENCES

<i>Lazarenko D.V., Gorodkov A.V.</i> Noble estates of Bryansk region (on the problem of preservation, study and modern use).....	45
---	----

### CHEMISTRY

<i>Berezovskaya A.A., Lebenkova S.K., Milshina L.D., Kuznetsov S.V.</i> Ap-conversion luminescence of solid solutions of MEF2-ERF3 (where ME IS CA, SR) when excited by radiation with a wavelength of 802 nm .....	51
<i>Lebenkova S.K., Milshina L.D., Kuznetsov S.V.</i> Determination of the solubility limits of ree tungstates in tungstates of alkaline earth metals...	55
<i>Milshina L.D., Lebenkova S.K., Kuznetsov S.V.</i> Investigation of the limits of mutual solubility of tungstates with strontium and calcium.....	60
<i>Nikitenko D.D.</i> Optimization of the gravimetric technique for the determination of nickel in natural waters ...	64
<i>Novtseva A.S.</i> Quantitative method for determining Pb <sup>2+</sup> in natural waters by direct potentiometry .....	67

**PEDAGOGY**

*Bulavintseva L.I., Kurilo V.A.*

Case-technology as an approach to solving the problem of biological education content within the framework of formation of research culture of students' personality ..... 71

REQUIREMENTS TO THE CONTENTS AND PAPERS OFFERED FOR PUBLICATION IN PEER-REVIEWED ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNALS «SCIENTIFIC NOTES OF BRYANSK STATE UNIVERSITY» («SCIENTIFIC NOTES OF BSU»)..... 82



## МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 512.542

О СТРОЕНИИ  $\mathfrak{F}$ -КОРАДИКАЛА КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ  
ДЛЯ  $\sigma_\Omega$ -РАССЛОЕННОЙ ФОРМАЦИИ  $\mathfrak{F}$ 

А.С. Нестеров, М.М. Сорокина

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

Рассматриваются только конечные группы. Для произвольного разбиения  $\sigma$  множества  $\mathbb{P}$  всех простых чисел А.Н. Скиба разработал  $\sigma$ -теорию конечных групп и использовал ее методы для построения  $\sigma$ -локальных формаций. Авторы настоящей работы применили  $\sigma$ -подход А.Н. Скибы к построению  $\sigma_\Omega$ -расслоенных формаций конечных групп, где  $\sigma_\Omega$  – произвольное разбиение класса  $\Omega$  простых групп. Понятие  $\sigma_\Omega$ -расслоенной формации обобщает понятие  $\Omega$ -расслоенной формации, введенное в рассмотрение В.А. Ведерниковым в 1999 году. Одним из видов  $\Omega$ -расслоенных формаций являются хорошо известные  $\Omega$ -композиционные формации. С.Ф. Каморников и Л.А. Шеметков для композиционной формации  $\mathfrak{F}$  получили описание строения  $\mathfrak{F}$ -корадикала группы  $G$  в зависимости от строения формации  $\mathfrak{F}$ . В настоящей работе получено обобщение данного результата для случая  $\sigma_\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$ .

**Ключевые слова:** конечная группа,  $\mathfrak{F}$ -корадикал группы, класс групп, формация,  $\sigma_\Omega$ -расслоенная формация.

## Введение

Рассматриваются только конечные группы и классы конечных групп. В теории классов групп важное место занимают формации, являющиеся достаточно удобным средством для обобщения и систематизации результатов о подгруппах конечных групп. Понятие формации было введено В. Гашюцем в работе [19], в частности, для изучения формаций он предложил использовать функциональный подход, с помощью которого им были построены локальные формации. Функциональные методы В. Гашюца получили дальнейшее развитие в работах Л.А. Шеметкова, А.Н. Скибы, Б. Хартли, Р. Бэра, В.А. Ведерникова (см., напр., [1, 10, 11, 17, 20]). Композиционные формации были построены Л.А. Шеметковым в монографии [16]. А.Н. Скиба и Л.А. Шеметков в работах [10] и [11] соответственно ввели в рассмотрение  $\omega$ -локальные и  $\mathfrak{L}$ -композиционные формации, где  $\omega$  – непустое множество простых чисел,  $\mathfrak{L}$  – непустой класс простых групп. В.А. Ведерников совместно с М.М. Сорокиной построили  $\omega$ -веерные и  $\Omega$ -расслоенные формации (см., напр., [2, 3]), естественным образом обобщающие  $\omega$ -локальные и  $\Omega$ -композиционные формации соответственно, где  $\Omega$  – непустой класс простых групп. Многие важные свойства  $\omega$ -веерных и  $\Omega$ -расслоенных формаций получены Ю.А. Еловиковой, М.А. Корпачевой, А.Б. Еловиковым, Д.Г. Коптюх, С.П. Максаковым и др. (см., напр., [5, 9, 13, 14]).

В 2013 году А.Н. Скиба ввел в рассмотрение  $\sigma$ -концепцию изучения конечных групп, где  $\sigma$  – произвольное разбиение множества  $\mathbb{P}$  всех простых чисел. В дальнейшем, в серии статей (см., напр., [21, 22]) А.Н. Скиба разработал  $\sigma$ -теорию конечных групп и применил ее методы к построению  $\sigma$ -локальных формаций (см., напр., [23]), являющихся естественным обобщением локальных формаций. В работах [4, 12]  $\sigma$ -подход А.Н. Скибы был применен к построению  $\bar{\omega}$ -веерных формаций, где  $\bar{\omega}$  – произвольное разбиение множества  $\omega$ . Данные формации являются обобщением  $\omega$ -веерных формаций. Развивая понятие  $\Omega$ -расслоенной формации, в работе [15] авторы применили  $\sigma$ -методы А.Н. Скибы к построению  $\sigma_\Omega$ -расслоенных формаций, где  $\sigma_\Omega$  – произвольное разбиение класса  $\Omega$ .

В статье [7] С.Ф. Каморников и Л.А. Шеметков для композиционной формации  $\mathfrak{F}$  получили описание строения  $\mathfrak{F}$ -корадикала конечной группы в зависимости от строения формации  $\mathfrak{F}$  (см. [7], лемма 3.1). Целью настоящей работы является обобщение данного результата для случая  $\sigma_\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$ .

### Предварительные сведения

Используется терминология, принятая в [16, 18]. Приведем лишь некоторые основные обозначения и определения.

Запись  $H \triangleleft G$  означает, что  $H$  является нормальной подгруппой группы  $G$ . *Классом групп* называется совокупность групп, содержащая вместе с каждой своей группой и все группы, ей изоморфные [16]. Через  $\mathfrak{G}$  обозначается класс всех конечных групп,  $\mathfrak{S}$  – класс всех простых групп,  $\mathfrak{S}_{cA}$  – класс всех групп, у которых каждый главный  $A$ -фактор централен. Пусть  $\mathfrak{X}$  – непустое множество групп. Тогда  $(\mathfrak{X})$  – класс групп, порожденный множеством  $\mathfrak{X}$ ;  $K(G)$  – класс всех простых групп, изоморфных композиционным факторам группы  $G$ ;  $K(\mathfrak{X})$  – объединение классов  $K(G)$  для всех  $G \in \mathfrak{X}$  [3]. Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *формацией*, если выполняются два условия:

- 1) из  $G \in \mathfrak{F}$  и  $N \triangleleft G$  следует  $G/N \in \mathfrak{F}$ ;
- 2) из  $G/L \in \mathfrak{F}$  и  $G/M \in \mathfrak{F}$  следует  $G/(L \cap M) \in \mathfrak{F}$  [16].

Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *классом Фиттинга*, если выполняются два условия:

- 1) из  $G \in \mathfrak{F}$  и  $N \triangleleft G$  следует  $N \in \mathfrak{F}$ ;
- 2) из  $G = LM$ ,  $L \triangleleft G$ ,  $M \triangleleft G$ ,  $L, M \in \mathfrak{F}$  следует  $G \in \mathfrak{F}$  [16].

*Формацией Фиттинга* называется класс групп, являющийся формацией и классом Фиттинга [16].

Пусть  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$  – непустой класс Фиттинга и непустая формация соответственно. Тогда  $G_{\mathfrak{F}_1}$  –  $\mathfrak{F}_1$ -радикал группы  $G$ ,  $G^{\mathfrak{F}_2}$  –  $\mathfrak{F}_2$ -корадикал группы  $G$  [16]. *Произведением* произвольных классов групп  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$  называется класс групп

$$\mathfrak{F}_1 \mathfrak{F}_2 = (G \in \mathfrak{G} \mid \text{существует } N \triangleleft G \text{ такая, что } N \in \mathfrak{F}_1 \text{ и } G/N \in \mathfrak{F}_2).$$

Если  $\mathfrak{F}_2$  – непустая формация, то  $\mathfrak{F}_1 \circ \mathfrak{F}_2 = (G \in \mathfrak{G} \mid G^{\mathfrak{F}_2} \in \mathfrak{F}_1)$  – *корадикальное произведение* классов  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$ .

Для любого непустого подкласса  $\Delta$  класса  $\mathfrak{S}$  будем использовать обозначение:

$$\mathfrak{G}_\Delta = (G \in \mathfrak{G} \mid K(G) \subseteq \Delta); \quad \mathfrak{G}_{\Delta'} = (G \in \mathfrak{G} \mid K(G) \cap \Delta = \emptyset);$$

$O_\Delta(G)$  –  $\mathfrak{G}_\Delta$ -радикал группы  $G$  [15].

Пусть  $\Omega$  – произвольный непустой подкласс класса  $\mathfrak{S}$ ,  $\sigma_\Omega$  – произвольное разбиение класса  $\Omega$ , т.е.  $\sigma_\Omega = \{\Omega_i \mid i \in I\}$ , где  $\Omega_i$  – непустой класс групп для любого  $i \in I$ ,  $\Omega = \bigcup_{i \in I} \Omega_i$  и  $\Omega_i \cap \Omega_j = \emptyset$  для любых  $i, j \in I, i \neq j$ . Для произвольной группы  $G$  и произвольного класса групп  $\mathfrak{F}$  полагаем  $\sigma_\Omega(G) = \{\Omega_i \in \sigma_\Omega \mid \Omega_i \cap K(G) \neq \emptyset\}$ ;  $\sigma_\Omega(\mathfrak{F}) = \bigcup_{G \in \mathfrak{F}} \sigma_\Omega(G)$  [15].

Функция  $\varphi: \sigma_\Omega \rightarrow \{\text{непустые формации Фиттинга групп}\}$ , удовлетворяющая условию  $\mathfrak{G}_{\Omega_i'} \subseteq \varphi(\Omega_i)$  для любого  $\Omega_i \in \sigma_\Omega$ , называется *формационно-радикальной  $\sigma_\Omega$ -функцией* или, коротко,  *$\sigma_\Omega FR$ -функцией*. Функция  $f: \sigma_\Omega \cup \{\sigma_\Omega'\} \rightarrow \{\text{формации групп}\}$ , где  $f(\sigma_\Omega') \neq \emptyset$ , называется *формационной  $\sigma_\Omega$ -функцией* или, коротко,  *$\sigma_\Omega F$ -функцией*;

$$\sigma_\Omega(f) = \{\Omega_i \in \sigma_\Omega \mid f(\Omega_i) \neq \emptyset\}.$$

Пусть  $\varphi$  и  $f$  – некоторые  $\sigma_\Omega FR$ -функция и  $\sigma_\Omega F$ -функция соответственно. Формация

$$\mathfrak{F} = (G \in \mathfrak{G} \mid G/O_\Omega(G) \in f(\sigma_\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(\Omega_i)} \in f(\Omega_i) \text{ для любого } \Omega_i \in \sigma_\Omega(G))$$

называется  *$\sigma_\Omega$ -расслоенной формацией со спутником  $f$  и направлением  $\varphi$*  и обозначается  $\mathfrak{F} = \sigma_\Omega F(f, \varphi)$  [15].

В дальнейшем используются следующие известные результаты.

**Лемма 1.** Пусть  $\mathfrak{F}$  – непустая формация,  $K \triangleleft G$ . Тогда  $(G/K)^\mathfrak{F} = G^\mathfrak{F} K/K$  [16, лемма 1 (2)].

2. Если  $\mathfrak{F}_1$  – класс групп, замкнутый относительно нормальных подгрупп,  $\mathfrak{F}_2$  – формация, то  $\mathfrak{F}_1 \circ \mathfrak{F}_2 = \mathfrak{F}_1 \mathfrak{F}_2$  [18, IV (1.7)].

3. Если  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$  – формации, то класс  $\mathfrak{F}_1 \circ \mathfrak{F}_2$  является формацией [18, IV (1.8)].

4. Пусть  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$  – непустые формации. Тогда для любой группы  $G$  имеет место равенство  $G^{\mathfrak{F}_1 \cap \mathfrak{F}_2} = G^{\mathfrak{F}_1} G^{\mathfrak{F}_2}$  [6, следствие 2.3.7].

5. Пусть  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$  – формации. Тогда  $G^{\mathfrak{F}_2} \subseteq G^{\mathfrak{F}_1}$  [1, лемма 1 (1)].

**Лемма 2** [8, теорема 1]. Пусть  $\mathfrak{F}$  –  $\sigma_\Omega$ -расслоенная формация со спутником  $f$  и направлением  $\varphi$ . Тогда  $\mathfrak{F}$  имеет следующее строение:

$\mathfrak{F} = \mathfrak{G}_\Omega f(\sigma_\Omega') \cap (\cap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega(f)} \varphi(\Omega_i) f(\Omega_i)) \cap (\cap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega \setminus \sigma_\Omega(f)} \mathfrak{G}_{\Omega_i'})$ , если  $\emptyset \neq \sigma_\Omega(f) \neq \sigma_\Omega$ .

$\mathfrak{F} = \mathfrak{G}_\Omega f(\sigma_\Omega') \cap (\cap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega} \varphi(\Omega_i) f(\Omega_i))$ , если  $\sigma_\Omega(f) = \sigma_\Omega$ .

$\mathfrak{F} = \mathfrak{G}_\Omega f(\sigma_\Omega') \cap (\cap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega} \mathfrak{G}_{\Omega_i'})$ , если  $\sigma_\Omega(f) = \emptyset$ .

### Основной результат

В теореме 1 для  $\sigma_\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$  с направлением  $\varphi$  получена характеристика  $\mathfrak{F}$ -корадикала группы в зависимости от строения формации  $\mathfrak{F}$ .

**Теорема 2.** Пусть  $\mathfrak{F}$  –  $\sigma_\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$  и спутником  $f$ ,

$$\mathfrak{H} = \begin{cases} \cap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega \setminus \sigma_\Omega(f)} \mathfrak{G}_{\Omega_i'}, & \text{если } \sigma_\Omega \setminus \sigma_\Omega(f) \neq \emptyset \\ \mathfrak{G}, & \text{если } \sigma_\Omega \setminus \sigma_\Omega(f) = \emptyset \end{cases}, \quad \mathfrak{L} = \begin{cases} \cap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega(f)} \varphi(\Omega_i) f(\Omega_i), & \text{если } \sigma_\Omega(f) \neq \emptyset \\ \mathfrak{G}, & \text{если } \sigma_\Omega(f) = \emptyset \end{cases},$$

$\mathfrak{M} = \mathfrak{G}_\Omega f(\sigma_\Omega')$ . Тогда для любой группы  $G$  справедливы следующие утверждения:

(1)  $\mathfrak{F}$ -корадикал  $G^{\mathfrak{F}}$  группы  $G$  имеет следующее строение:

$$G^{\mathfrak{F}} = \begin{cases} G^{\mathfrak{H}} G^{\mathfrak{M}}, & \text{если } \sigma_\Omega(f) = \emptyset, \\ G^{\mathfrak{M}} G^{\mathfrak{L}}, & \text{если } \sigma_\Omega(f) = \sigma_\Omega, \\ G^{\mathfrak{H}} G^{\mathfrak{M}} G^{\mathfrak{L}}, & \text{если } \emptyset \neq \sigma_\Omega(f) \neq \sigma_\Omega; \end{cases}$$

(2) Если  $\sigma_\Omega(G) \cap \sigma_\Omega(f) = \{\Omega_1, \dots, \Omega_n\}$ , то  $G^{\mathfrak{F}} = G^{\mathfrak{H}} G^{\mathfrak{M}} G^{\mathfrak{L}_1} \dots G^{\mathfrak{L}_n}$ , где  $\mathfrak{L}_i = \varphi(\Omega_i) f(\Omega_i)$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

*Доказательство.* Пусть  $G$  – произвольная группа. Отметим, что по лемме 1 (2, 3) класс  $\mathfrak{M}$  является формацией. Кроме того, пересечение любой совокупности формаций является формацией, поэтому класс групп  $\mathfrak{H}$  также является формацией.

1. Пусть  $\sigma_\Omega(f) = \emptyset$ . Тогда, согласно лемме 2, имеет место следующее равенство  $\mathfrak{F} = \mathfrak{H} \cap \mathfrak{M}$  и по лемме 1 (4)  $G^{\mathfrak{F}} = G^{\mathfrak{H}} G^{\mathfrak{M}}$ .

Пусть  $\sigma_\Omega(f) = \sigma_\Omega$ . Тогда по лемме 2  $\mathfrak{F} = \mathfrak{M} \cap \mathfrak{L}$  и по лемме 1 (4)  $G^{\mathfrak{F}} = G^{\mathfrak{M}} G^{\mathfrak{L}}$ .

Пусть  $\emptyset \neq \sigma_\Omega(f) \neq \sigma_\Omega$ . Тогда по лемме 2  $\mathfrak{F} = \mathfrak{H} \cap \mathfrak{M} \cap \mathfrak{L}$  и по лемме 1 (4) выполняется  $G^{\mathfrak{F}} = G^{\mathfrak{H}} G^{\mathfrak{M}} G^{\mathfrak{L}}$ .

2. Пусть  $\sigma_\Omega(G) \cap \sigma_\Omega(f) = \{\Omega_1, \dots, \Omega_n\}$ ,  $L = G^{\mathfrak{L}_1} \dots G^{\mathfrak{L}_n}$ ,  $\mathfrak{L}_j = \varphi(\Omega_j) f(\Omega_j)$ ,  $j = \overline{1, n}$ . Покажем, что  $L = G^{\mathfrak{L}}$ .

Пусть  $j \in \{1, \dots, n\}$ . Тогда  $\mathfrak{L} \subseteq \mathfrak{L}_j$  и по лемме 1 (5) следует, что  $G^{\mathfrak{L}_j} \subseteq G^{\mathfrak{L}}$ . Тем самым установлено, что  $L \subseteq G^{\mathfrak{L}}$ .

Установим справедливость включения  $G^{\mathfrak{L}} \subseteq L$ . Для этого достаточно проверить, что  $G/L \in \mathfrak{L}$ . Покажем, что  $G/L \in \varphi(\Omega_i) f(\Omega_i)$  для любого  $\Omega_i \in \sigma_\Omega(f)$ . Действительно, возьмем произвольный класс  $\Omega_i$  из  $\sigma_\Omega(f)$ . Возможны следующие случаи:

1)  $\Omega_i \in \sigma_\Omega(G)$ ;

2)  $\Omega_i \notin \sigma_\Omega(G)$ .

Рассмотрим каждый из случаев.

Случай 1). Пусть  $\Omega_i \in \sigma_\Omega(G)$ . Тогда  $\Omega_i = \Omega_j$  для некоторого  $j \in \{1, \dots, n\}$  и поэтому  $\varphi(\Omega_i) f(\Omega_i) = \mathfrak{L}_j$ . Так как по лемме 1 (1)  $(G/L)^{\mathfrak{L}_j} = G^{\mathfrak{L}_j} L/L$  и  $G^{\mathfrak{L}_j} \subseteq L$ , то  $(G/L)^{\mathfrak{L}_j} = 1$  и, значит,  $G/L \in \mathfrak{L}_j = \varphi(\Omega_i) f(\Omega_i)$ .

Случай 2). Пусть  $\Omega_i \notin \sigma_\Omega(G)$ . Тогда  $G \in \mathfrak{G}_{\Omega_i}'$ . По определению функции  $\varphi$  справедливо  $\mathfrak{G}_{\Omega_i}' \subseteq \varphi(\Omega_i)$ . Следовательно,  $G \in \varphi(\Omega_i)$ . Поскольку  $\varphi(\Omega_i)$  – формация, то  $G/L \in \varphi(\Omega_i)$ . Поскольку  $\Omega_i \in \sigma_\Omega(f)$ , то  $f(\Omega_i) \neq \emptyset$ . Отсюда получаем включение  $\varphi(\Omega_i) \subseteq \varphi(\Omega_i)f(\Omega_i)$  и, значит,  $G/L \in \varphi(\Omega_i)f(\Omega_i)$ .

Таким образом,  $G/L \in \bigcap_{\Omega_i \in \sigma_\Omega(f)} \varphi(\Omega_i)f(\Omega_i) = \mathfrak{L}$ . Следовательно,  $G^\mathfrak{L} \subseteq L$ . Таким образом,  $G^\mathfrak{L} = L$ .

Тем самым установлено, что  $G^\mathfrak{F} = G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}G^{\mathfrak{L}_1} \dots G^{\mathfrak{L}_n}$ . Теорема доказана.

В случае, когда  $\sigma_\Omega$  – такое разбиение класса  $\Omega$ , что для любого  $\Omega_i \in \sigma_\Omega$  имеет место равенство  $\Omega_i = (A)$  для некоторой группы  $A \in \mathfrak{F}$ , то из теоремы 1 в качестве следствия вытекает результат для  $\Omega$ -расслоенной формации  $\mathfrak{F}$ .

**Следствие 1.** Пусть  $\mathfrak{F}$  –  $\Omega$ -расслоенная формация с направлением  $\varphi$  и  $\Omega$ -спутником  $f$ ,

$$\mathfrak{H} = \begin{cases} \bigcap_{A \in \Omega \setminus K(\mathfrak{F})} \mathfrak{G}_{A'}, & \text{если } \Omega \setminus K(\mathfrak{F}) \neq \emptyset \\ \mathfrak{G}, & \text{если } \Omega \setminus K(\mathfrak{F}) = \emptyset \end{cases}, \quad \mathfrak{L} = \begin{cases} \bigcap_{A \in K(\mathfrak{F}) \cap \Omega} \varphi(A)f(A), & \text{если } K(\mathfrak{F}) \cap \Omega \neq \emptyset \\ \mathfrak{G}, & \text{если } K(\mathfrak{F}) \cap \Omega = \emptyset \end{cases},$$

$\mathfrak{M} = \mathfrak{G}_\Omega f(\Omega')$ . Тогда для любой группы  $G$  справедливы следующие утверждения:

(1)  $\mathfrak{F}$ -корадикал  $G^\mathfrak{F}$  группы  $G$  имеет следующее строение:

$$G^\mathfrak{F} = \begin{cases} G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}, & \text{если } K(\mathfrak{F}) \cap \Omega = \emptyset, \\ G^\mathfrak{M}G^\mathfrak{L}, & \text{если } K(\mathfrak{F}) \cap \Omega = \Omega, \\ G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}G^\mathfrak{L}, & \text{если } \emptyset \neq K(\mathfrak{F}) \cap \Omega \neq \Omega; \end{cases}$$

(2) Если  $K(G) \cap \Omega = (A_1, \dots, A_n)$ , то  $G^\mathfrak{F} = G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}G^{\mathfrak{L}_1} \dots G^{\mathfrak{L}_n}$ , где  $\mathfrak{L}_i = \varphi(A)f(A)$ ,  $i = \overline{1, n}$ . В случае, когда  $\Omega = \mathfrak{F}$ , из теоремы 1 вытекает результат для расслоенной формации  $\mathfrak{F}$ .

**Следствие 2.** Пусть  $\mathfrak{F}$  – расслоенная формация с направлением  $\varphi$  и спутником  $f$ ,

$$\mathfrak{H} = \begin{cases} \bigcap_{A \in \mathfrak{F} \setminus K(\mathfrak{F})} \mathfrak{G}_{A'}, & \text{если } \mathfrak{F} \setminus K(\mathfrak{F}) \neq \emptyset \\ \mathfrak{G}, & \text{если } \mathfrak{F} \setminus K(\mathfrak{F}) = \emptyset \end{cases}, \quad \mathfrak{L} = \begin{cases} \bigcap_{A \in K(\mathfrak{F})} \varphi(A)f(A), & \text{если } K(\mathfrak{F}) \neq \emptyset \\ \mathfrak{G}, & \text{если } K(\mathfrak{F}) = \emptyset \end{cases}. \text{ Тогда для}$$

любой группы  $G$  справедливы следующие утверждения:

(1)  $\mathfrak{F}$ -корадикал  $G^\mathfrak{F}$  группы  $G$  имеет следующее строение:

$$G^\mathfrak{F} = \begin{cases} G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}, & \text{если } K(\mathfrak{F}) = \emptyset, \\ G^\mathfrak{M}G^\mathfrak{L}, & \text{если } K(\mathfrak{F}) = \mathfrak{F}, \\ G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}G^\mathfrak{L}, & \text{если } \emptyset \neq K(\mathfrak{F}) \neq \mathfrak{F}; \end{cases}$$

(2) Если  $K(G) = (A_1, \dots, A_n)$ , то  $G^\mathfrak{F} = G^\mathfrak{L}G^\mathfrak{M}G^{\mathfrak{L}_1} \dots G^{\mathfrak{L}_n}$ , где  $\mathfrak{L}_i = \varphi(A)f(A)$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

В случае, когда направление  $\varphi$  расслоенной формации совпадает с направлением композиционной формации, из следствия 2 вытекает известный результат С.Ф. Каморникова и М.В. Селькина [6, с. 83].

### Список литературы

1. Ведерников В.А. Максимальные спутники  $\Omega$ -расслоенных формаций и классов Фиттинга // Труды ИММ УрО РАН, 2001. – Т. 7, № 2. – С. 55–71.
2. Ведерников В.А., Сорокина М.М.  $\omega$ -Веерные формации и классы Фиттинга // Математические заметки. – 2002. – Т. 71, Вып. 1. – С. 43–60.
3. Ведерников В.А., Сорокина М.М.  $\Omega$ -расслоенные формации и классы Фиттинга конечных групп // Дискретная математика. – 2001. – Т. 13, № 3. – С. 125–144.
4. Горепекина А.А., Сорокина М.М.  $\bar{\omega}$ -спутники  $\bar{\omega}$ -веерных формаций конечных групп // Труды ИММ УрО РАН. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 106–113.

5. Еловигов А.Б. Факторизация однопорожжденных частично расслоенных формаций // Дискретная математика. – 2009. – Т. 21, № 3. – С. 99–118.
6. Каморников С.Ф., Селькин М.В. Подгрупповые функторы и классы конечных групп. – Мн.: Бел. наука, 2003. – 254 с.
7. Каморников С.Ф., Шеметков Л.А. О корадикалах субнормальных подгрупп // Алгебра и логика. – 1995. – Т. 34, № 5. – С. 493–513.
8. Нестеров А.С., Сорокина М.М. Построение  $\bar{\Omega}$ -расслоенных формаций конечных групп // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2023. – № 2. – С. 7–12.
9. Скачкова (Еловигова) Ю.А. Решетки  $\Omega$ -расслоенных формаций // Дискретная математика. – 2002. – Т. 14, № 2. – С. 85–94.
10. Скиба А.Н., Шеметков Л.А. Кратно  $\omega$ -локальные формации и классы Фиттинга конечных групп // Математические труды. – 1999. – Т. 2, № 2. – С. 114–147.
11. Скиба А.Н., Шеметков Л.А. Кратно  $\mathfrak{L}$ -композиционные формации конечных групп // Укр. мат. журн. – 2000. – Т. 52, № 6. – С. 783–797.
12. Сорокина М.М., Горепекина А.А.  $\bar{\omega}$ -всерные формации конечных групп // Чебышевский сборник. – 2021. – Т. 22, вып. 3. – С. 232–244.
13. Сорокина М.М., Корпачева М.А. О критических  $\Omega$ -расслоенных формациях конечных групп // Дискретная математика. – 2006. – Т. 18, № 1. – С. 106–115.
14. Сорокина М.М., Максаков С.П. О строении  $\omega$ -всерных и  $\Omega$ -расслоенных классов Фиттинга и формаций конечных групп // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2018. – № 3. – С. 11–18.
15. Сорокина М.М., Нестеров А.С. О спутниках  $\sigma_{\Omega}$ -расслоенных формаций конечных групп // Дискретная математика. – 2024. – Т. 36, № 1. – С. 103–115.
16. Шеметков Л.А. Формации конечных групп. – М.: Наука, 1978. – 271 с.
17. Шеметков Л.А. Ступенчатые формации групп // Математический сборник. – 1974. – Т. 94, № 4. – С. 628–648.
18. Doerk K., Hawkes T. Finite Soluble Groups. – Berlin – New York: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
19. Gaschutz W. Zur Theorie der Endlichen Auflosbaren Gruppen // Math. Z., 1963. – V. 80, № 4. – P. 300–305.
20. Hartley B. On Fischer's Analysis of Formation Theory. – Proc. London Math. Soc., 1969. – V. 3, № 9. – P. 193–207.
21. Skiba A.N. On  $\sigma$ -Properties of Finite Groups I // PFMT, 2014. – V. 4 (21). – P. 89–96.
22. Skiba A.N. On  $\sigma$ -Subnormal and  $\sigma$ -Permutable Subgroups of Finite Groups // Journal of Algebra, 2015. – V. 436. – P. 1–16.
23. Skiba A.N. On one Generalization of the Local Formations // PFMT, 2018. V. 1 (34). – P. 79–82.

#### Сведения об авторах

Нестеров Александр Сергеевич – аспирант кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [a.s.nest@yandex.ru](mailto:a.s.nest@yandex.ru).

Сорокина Марина Михайловна – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа, алгебры и геометрии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [mmsorokina@yandex.ru](mailto:mmsorokina@yandex.ru).

## ON THE STRUCTURE OF AN $\mathfrak{F}$ -CORADICAL OF A FINITE GROUP FOR AN $\sigma_\Omega$ -FOLIATED FORMATION $\mathfrak{F}$

**A.S. Nesterov, M.M. Sorokina**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Only finite groups are considered. For an arbitrary partition  $\sigma$  of the set  $\mathbb{P}$  of all primes, A.N. Skiba developed the  $\sigma$ -theory of finite groups and used its methods to construct  $\sigma$ -local formations. The authors of the present paper applied A.N. Skiba's  $\sigma$ -approach to constructing  $\sigma_\Omega$ -foliated formations of finite groups, where  $\sigma_\Omega$  is an arbitrary partition of the class  $\Omega$  of simple groups. The concept of an  $\sigma_\Omega$ -foliated formation generalizes the concept of an  $\Omega$ -foliated formation introduced by V.A. Vedernikov in 1999. One type of  $\Omega$ -foliated formations is the well-known  $\Omega$ -composition formations constructed by A.N. Skiba and L.A. Shemetkov in 1999. S.F. Kamornikov and L.A. Shemetkov for the  $\Omega$ -composition formation  $\mathfrak{F}$ , obtained a description of the structure of an  $\mathfrak{F}$ -residual of a group  $G$  depending on the structure of the formation  $\mathfrak{F}$ . In the paper, a generalization

of this result is obtained for the case of a  $\sigma_\Omega$ -foliated formation  $\mathfrak{F}$ .

**Keywords:** *finite group,  $\mathfrak{F}$ -coradical of a group, class of groups, formation,  $\sigma_\Omega$ -foliated formation.*

### References

1. Vedernikov V.A. Maximal satellites of  $\Omega$ -foliated formations and Fitting classes // Proceedings of the Institute of Mathematics and Mathematics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2001. – Vol. 7, No. 2. – P. 55–71.
2. Vedernikov V.A., Sorokina M.M.  $\omega$ -Fibered formations and Fitting classes // Mathematical notes. – 2002. – Vol. 71, No. 1. – P. 43–60.
3. Vedernikov V.A., Sorokina M.M.  $\Omega$ -Foliated formations and Fitting classes of finite groups // Discrete mathematics. – 2001. – Vol. 13, No. 3. – P. 125–144.
4. Gorepekina A.A., Sorokina M.M.  $\bar{\omega}$ -Satellites of  $\bar{\omega}$ -fibered formations of finite groups // Proceedings of IMM UB RAS. – 2022. – Vol. 28, No. 2. – P. 106–113.
5. Elovikov A.B. Factorization of one-generated partially fibered formations // Discrete Mathematics. – 2009. – Vol. 21, No. 3. – P. 99–118.
6. Kamornikov S.F., Selkin M.V. Subgroup functors and classes of finite groups. – Minsk: Bel. Navuka, 2003. – 254 p.
7. Kamornikov S.F., Shemetkov L.A. On residuals of subnormal subgroups // Algebra and Logic. – 1995. – Vol. 34, No. 5. – P. 493–513.
8. Nesterov A.S., Sorokina M.M. Construction of  $\bar{\Omega}$ -foliated formations of finite groups // Scientific Notes of Bryansk State University. – 2023. – No. 2. – P. 7–12.
9. Skachkova (Elovikova) Yu.A. Lattices of  $\Omega$ -foliated formations // Discrete Mathematics. – 2002. – Vol. 14, No. 2. – P. 85–94.
10. Skiba A.N., Shemetkov L.A. Multiple  $\omega$ -local formations and Fitting classes of finite groups // Mathematical Works. – 1999. – Vol. 2, No. 2. – P. 114–147.
11. Skiba A.N., Shemetkov L.A. Multiple  $\mathfrak{Q}$ -composition formations of finite groups // Ukr. Mat. zhurn. – 2000. – Vol. 52, No. 6. – P. 783–797.
12. Sorokina M.M., Gorepekina A.A.  $\bar{\omega}$ -Fibered formations of finite groups // Chebyshev collection. – 2021. – Vol. 22, No. 3. – P. 232–244.
13. Sorokina M.M., Korpacheva M.A. On critical  $\Omega$ -foliated formations of finite groups // Discrete Mathematics. – 2006. – Vol. 18, No. 1. – P. 106–115.
14. Sorokina M.M., Maksakov S.P. On the structure of  $\omega$ -fibered and  $\Omega$ -foliated Fitting classes and formations of finite groups // Scientific Notes of Bryansk State University. – 2018. – No. 3. – P. 11–18.
15. Sorokina M.M., Nesterov A.S. On satellites of  $\sigma_\Omega$ -foliated formations of finite groups // Discrete Mathematics. – 2024. – Vol. 36, No. 1. – P. 103–115.

16. Shemetkov L.A. Formations of finite groups. – Moscow: Nauka, 1978. – 271 p.
17. Shemetkov L.A. Stepped formations of groups // Mathematical collection. – 1974. – Vol. 94, No. 4. – P. 628–648.
18. Doerk K., Hawkes T. Finite Soluble Groups. – Berlin – New York: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
19. Gaschutz W. Zur Theorie der Endlichen Auflosbaren Gruppen // Math. Z. – 1963. – V. 80, No. 4. – S. 300–305.
20. Hartley V. On Fischer's Analysis of Formation Theory. – Proc. London Math. Soc. – 1969. – Vol. 3, No. 9. – P. 193–207.
21. Skiba A.N. On  $\sigma$ -Properties of Finite Groups I // PFMT. – 2014. – Vol. 4 (21). – P. 89–96.
22. Skiba A.N. On  $\sigma$ -Subnormal and  $\sigma$ -Permutable Subgroups of Finite Groups // Journal of Algebra. – 2015. – Vol. 436. – P. 1–16.
23. Skiba A.N. On one Generalization of the Local Formations // PFMT. – 2018. – Vol. 1 (34). – P. 79–82.

#### About authors

Nesterov A.S. – Postgraduate Student, The Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *a.s.nest@yandex.ru*.

Sorokina M.M. – Doctor in Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *mmsorokina@yandex.ru*.

УДК 512.542

## О КЛАССАХ КОНЕЧНЫХ ГРУПП, ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ $\mathfrak{F}^\omega$ -ПРОЕКТОРОВ

Д.Г. Новикова, М.М. Сорокина

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Рассматриваются только конечные группы. Пусть  $\mathfrak{F}$  – класс групп,  $\omega$  – непустое множество простых чисел. Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектором в  $G$ , если  $HN/N$  –  $\mathfrak{F}$ -максимальная подгруппа группы  $G/N$  для любой нормальной  $\omega$ -подгруппы  $N$  группы  $G$ . В случае, когда  $\omega$  совпадает с множеством всех простых чисел, понятие  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектора совпадает с понятием  $\mathfrak{F}$ -проектора группы, введенным в рассмотрение В. Гашюцем в 1969 году. Пусть  $\mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{F}$  и  $\mathfrak{H}$  – произвольные классы групп. В работе изучаются свойства класса  $\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$ , состоящего из всех таких групп  $G \in \mathfrak{B}$ , в которых множество всех  $\mathfrak{F}^\omega$ -проекторов не пусто и содержится в классе  $\mathfrak{H}$ .

**Ключевые слова:** конечная группа, класс групп,  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор, формация,  $\omega$ -примитивно замкнутый класс групп,  $\omega$ -насыщенная формация.

### Введение

Рассматриваются только конечные группы. В 1969 году В. Гашюц в работе [7] для произвольного класса групп  $\mathfrak{F}$  ввел в рассмотрение понятие  $\mathfrak{F}$ -проектора, обобщающее понятия силовой и холловой подгрупп в группах. В 2016 году В.А. Ведерников и М.М. Сорокина для произвольного непустого множества  $\omega$  простых чисел и произвольного класса групп  $\mathfrak{F}$  ввели в рассмотрение понятие  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектора группы [1], естественным образом обобщающее понятие  $\mathfrak{F}$ -проектора. Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектором в  $G$ , если для любой нормальной  $\omega$ -подгруппы  $N$  группы  $G$  фактор-группа  $HN/N$  является  $\mathfrak{F}$ -максимальной подгруппой в  $G/N$  [1, с. 1225]. В случае, когда  $\omega$  совпадает с множеством  $\mathbb{P}$  всех простых чисел, понятие  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектора совпадает с понятием  $\mathfrak{F}$ -проектора группы. В настоящее время установлен ряд ключевых свойств  $\mathfrak{F}^\omega$ -проекторов в конечных группах (см., например, [1, 4]).

Следуя [6], для произвольного класса групп  $\mathfrak{F}$ , через  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}}(G)$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G)$  обозначаются соответственно совокупности всех  $\mathfrak{F}$ -проекторов и всех  $\mathfrak{F}^\omega$ -проекторов группы  $G$ . Пусть  $\mathfrak{F}$  – примитивно замкнутый гомоморф, содержащийся в универсуме  $\mathfrak{B}$ , где  $\mathfrak{B}$  – наследственный насыщенный гомоморф. В монографии [6] для указанного класса групп  $\mathfrak{F}$  и произвольного класса групп  $\mathfrak{H}$  был введен в рассмотрение класс групп  $\mathfrak{F} \downarrow \mathfrak{H}$ , состоящий из всех групп  $G \in \mathfrak{B}$ , удовлетворяющих условию  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}}(G) \subseteq \mathfrak{H}$ . Отметим, что для указанных классов  $\mathfrak{F}$ ,  $\mathfrak{B}$  и любой группы  $G \in \mathfrak{B}$  множество  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}}(G)$  не пусто (см., например, [6, с. 333]). В соответствии с [6], для произвольных классов групп  $\mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{F}$  и  $\mathfrak{H}$  определим следующий класс групп  $\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$ :

$$\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H} = \{ G \in \mathfrak{B} \mid \emptyset \neq \text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \subseteq \mathfrak{H} \}.$$

В настоящей работе изучаются свойства данного класса. Используются обозначения и определения, принятые в книгах [2, 6]. Приведем лишь некоторые из них. Наряду с обозначением  $\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$  будем использовать следующие:

- при  $\mathfrak{B} = \mathfrak{G}$  символ  $\mathfrak{G}$  опускаем:  $\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{G}} \mathfrak{H} := \mathfrak{F}^\omega \downarrow \mathfrak{H}$ ;
- при  $\omega = \mathbb{P}$  символ  $\mathbb{P}$  опускаем:  $\mathfrak{F}^{\mathbb{P}} \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H} := \mathfrak{F} \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$ ;
- при  $\mathfrak{B} = \mathfrak{G}$  и  $\omega = \mathbb{P}$  символы  $\mathfrak{G}$  и  $\mathbb{P}$  опускаем:  $\mathfrak{F}^{\mathbb{P}} \downarrow_{\mathfrak{G}} \mathfrak{H} := \mathfrak{F} \downarrow \mathfrak{H}$ .

Запись  $H \leq G$  ( $H \triangleleft G$ ) означает, что  $H$  – подгруппа (нормальная подгруппа) группы  $G$ ,  $\text{Core}_G(H)$  – ядро подгруппы  $H$  в группе  $G$  [2, с. 5]. Пусть  $\pi$  – непустое множество простых чисел. Группа  $G$  называется  $\pi$ -группой ( $\pi'$ -группой), если  $\pi(G) \subseteq \pi$  ( $\pi(G) \cap \pi = \emptyset$ ), где  $\pi(G)$  – совокупность всех простых делителей порядка группы  $G$ . Через  $O_\pi(G)$  обозначается наибольшая нормальная  $\pi$ -подгруппа группы  $G$ . Группа  $G$  называется  $\pi$ -разрешимой, если каждый



главный фактор группы  $G$  является либо  $\pi'$ -группой, либо абелевой  $p$ -группой для некоторого  $p \in \pi$  [5, с. 250].

*Классом групп* называется множество групп, содержащее с каждой своей группой и все изоморфные ей группы. Через  $\mathfrak{G}$  обозначается класс всех конечных групп,  $\mathfrak{S}$  – класс всех конечных разрешимых групп,  $\mathbb{P}$  – множество всех простых чисел. Пусть  $\mathfrak{F}$  – класс групп. Подгруппа  $H$  группы  $G$  называется  $\mathfrak{F}$ -максимальной подгруппой в  $G$ , если  $H \in \mathfrak{F}$  и из  $H \leq K \leq G$  и  $K \in \mathfrak{F}$  всегда следует, что  $H = K$  [6, (VIII. 2.5.a)]. Пусть  $\mathfrak{X}$  – непустой класс групп,  $\pi$  – непустое подмножество множества  $\mathbb{P}$ . Тогда  $\pi(\mathfrak{X}) = \bigcup_{G \in \mathfrak{X}} \pi(G)$ ,  $\mathfrak{X}_\pi = \{G \in \mathfrak{X} \mid \pi(G) \subseteq \pi\}$ ,  $\pi\mathfrak{S}$  – класс всех конечных  $\pi$ -разрешимых групп.

В дальнейшем через  $\omega$  обозначается произвольное непустое множество простых чисел. Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется:

*S-замкнутым* (*S $^\omega$ -замкнутым*), если из того, что  $G \in \mathfrak{F}$  и  $N$  – подгруппа группы  $G$  ( $N$  –  $\omega$ -подгруппа группы  $G$ ) следует, что  $N \in \mathfrak{F}$ ;

*Q-замкнутым* (*Q $^\omega$ -замкнутым*), если из того, что  $G \in \mathfrak{F}$  и  $N$  – нормальная подгруппа группы  $G$  ( $N$  – нормальная  $\omega$ -подгруппа группы  $G$ ) следует, что  $G/N \in \mathfrak{F}$ ;

*R $_0$ -замкнутым* (*R $_0^\omega$ -замкнутым*), если из того, что  $G/N_1 \in \mathfrak{F}$ ,  $G/N_2 \in \mathfrak{F}$ , где  $N_1, N_2$  – нормальные подгруппы группы  $G$  ( $N_1, N_2$  – нормальные  $\omega$ -подгруппы группы  $G$ ) следует  $G/(N_1 \cap N_2) \in \mathfrak{F}$ .

Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *формацией*, если  $\mathfrak{F}$   $Q$ -замкнут и  $R_0$ -замкнут [5, с. 9]. Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *примитивно замкнутым* [2, с. 163] ( *$\omega$ -примитивно замкнутым* [1, с. 1226]), если для любой группы  $G$  из того, что  $G/\text{Core}_G(M) \in \mathfrak{F}$  (соответственно  $G/(\text{Core}_G(M) \cap O_\omega(G)) \in \mathfrak{F}$ ) для любой максимальной подгруппы  $M$  группы  $G$ , следует, что  $G \in \mathfrak{F}$ . Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *насыщенным* [2, с. 161] ( *$\omega$ -насыщенным* [3, с. 118]), если из того, что  $G/N \in \mathfrak{F}$  и  $N \leq \Phi(G)$  (соответственно  $N \leq \Phi(G) \cap O_\omega(G)$ ), следует, что  $G \in \mathfrak{F}$ . Класс групп  $\mathfrak{F}$  называется *классом Шунка*, если  $\mathfrak{F}$   $Q$ -замкнут и примитивно замкнут.

Пусть  $\mathfrak{F}$  – непустой класс групп. Нормальная подгруппа  $K$  группы  $G$  называется  $\mathfrak{F}$ -корадикальной, если  $G/K \in \mathfrak{F}$  и из  $G/N \in \mathfrak{F}$ , где  $N \leq K$ , следует, что  $N = K$ . Для непустой формации  $\mathfrak{F}$  через  $G^\mathfrak{F}$  обозначается  $\mathfrak{F}$ -корадикал группы  $G$ , т.е. наименьшая нормальная подгруппа группы  $G$ , фактор-группа по которой принадлежит  $\mathfrak{F}$ . Для классов групп  $\mathfrak{X}_1$  и  $\mathfrak{X}_2$  полагают  $\mathfrak{X}_1\mathfrak{X}_2 = \{G \in \mathfrak{G} \mid \text{в } G \text{ существует нормальная подгруппа } N \text{ такая, что } N \in \mathfrak{X}_1 \text{ и } G/N \in \mathfrak{X}_2\}$  [6, с. 263]. Пусть  $\mathfrak{X}_1$  – класс групп,  $\mathfrak{X}_2$  – формация. Тогда  $\mathfrak{X}_1 \circ \mathfrak{X}_2 = \{G \in \mathfrak{G} \mid G^{\mathfrak{X}_2} \in \mathfrak{X}_1\}$  – корадикальное произведение классов  $\mathfrak{X}_1$  и  $\mathfrak{X}_2$  [6, с. 337].

При доказательстве основных теорем используются следующие известные результаты.

**Лемма 1.** (1) Пусть  $\mathfrak{F}$  – непустой класс групп, являющийся  $Q$ -замкнутым и  $\omega$ -примитивно замкнутым классом. Если группа  $G$  обладает  $\mathfrak{F}$ -корадикальной нормальной  $\omega$ -подгруппой, то в  $G$  существует  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор [1, теорема 3.1].

(2) Пусть  $\mathfrak{F}$  – непустой класс групп. Если  $H$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор группы  $G$  и  $N$  – нормальная  $\omega$ -подгруппа в  $G$ , то  $HN/N$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор группы  $G/N$  [1, лемма 3.2].

(3) Непустая формация  $\mathfrak{F}$  является  $\omega$ -локальной тогда и только тогда, когда  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -насыщенная формация [3, теорема 1].

(4) Если  $\mathfrak{X}$  и  $\mathfrak{F}$  – формации, то  $\mathfrak{X} \circ \mathfrak{F}$  – формация [2, теорема 5.10 (2)].

(5) Пусть  $\mathfrak{F}$  – непустая  $\omega$ -локальная формация и  $\mathfrak{F}$ -корадикал  $G^\mathfrak{F}$  группы  $G$  является  $\pi(\mathfrak{F})$ -разрешимой  $\omega$ -группой. Тогда группа  $G$  имеет по крайней мере один  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор и любые два  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектора из  $G$  сопряжены в  $G$  [1, теорема 3.7].

### Основные результаты

**Теорема 1.** Пусть  $\mathfrak{H}$  – непустой класс групп,  $\mathfrak{F}$  – непустой  $\omega$ -примитивно замкнутый класс групп,  $\mathfrak{B} = \mathfrak{G}_\omega \mathfrak{F}$ . Если  $\mathfrak{X}$  –  $S^\omega$ -замкнутый класс групп и  $\mathfrak{F}$  –  $Q$ -замкнутый класс групп, то справедливо следующее включение:

$$\mathfrak{X}_\omega(\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}) \subseteq \mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} (\mathfrak{X}\mathfrak{H}).$$

*Доказательство.* Пусть  $\mathfrak{M}_1 := \mathfrak{X}_\omega(\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H})$ ,  $\mathfrak{M}_2 := \mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} (\mathfrak{X}\mathfrak{H})$ ,  $\mathfrak{X}$  –  $S^\omega$ -замкнутый класс групп и  $\mathfrak{F}$  –  $Q$ -замкнутый класс групп. Покажем, что  $\mathfrak{M}_1 \subseteq \mathfrak{M}_2$ .

Пусть  $G_1 \in \mathfrak{M}_1$ . Это означает, что существует подгруппа  $N_1 \triangleleft G_1$  такая, что  $N_1 \in \mathfrak{X}_\omega$  и  $G_1/N_1 \in \mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$ . Тогда  $G_1/N_1 \in \mathfrak{B}$  и  $\emptyset \neq \text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1/N_1) \subseteq \mathfrak{H}$ .

Установим, что  $G_1 \in \mathfrak{M}_2$ . Для этого достаточно показать, что  $G_1 \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1) \subseteq \mathfrak{X}\mathfrak{H}$ . Из того, что  $G_1/N_1 \in \mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{B} = \mathfrak{G}_\omega \mathfrak{F}$  и  $N_1 \in \mathfrak{X}_\omega \subseteq \mathfrak{G}_\omega$ , на основе определения произведения классов групп, получаем

$$G_1 \in \mathfrak{G}_\omega \mathfrak{B} = \mathfrak{G}_\omega(\mathfrak{G}_\omega \mathfrak{F}) = \mathfrak{G}_\omega \mathfrak{F} = \mathfrak{B}.$$

Таким образом,  $G_1 \in \mathfrak{B}$  (а) и поэтому  $G$  обладает  $\mathfrak{F}$ -корадикальной нормальной  $\omega$ -подгруппой. Тогда по лемме 1 (1)  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1) \neq \emptyset$  (б).

Покажем, что  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1) \subseteq \mathfrak{X}\mathfrak{H}$  (с). Пусть  $H_1 \in \text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1)$ . Проверим, что  $H_1 \in \mathfrak{X}\mathfrak{H}$ . Так как  $H_1$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор в  $G_1$  и  $N_1$  – нормальная  $\omega$ -подгруппа группы  $G$ , то по лемме 1 (2)  $H_1 N_1/N_1$  является  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектором в  $G_1/N_1$ . Это означает, что  $H_1 N_1/N_1 \in \mathfrak{H}$ . Далее, из  $H_1 N_1/N_1 \cong H_1/(H_1 \cap N_1)$  следует, что  $H_1/(H_1 \cap N_1) \in \mathfrak{H}$  (d). Так как  $N_1 \in \mathfrak{X}_\omega \subseteq \mathfrak{X}$ ,  $H_1 \cap N_1$  –  $\omega$ -подгруппа в  $N_1$  и  $\mathfrak{X}$  –  $S^\omega$ -замкнутый класс групп, то  $H_1 \cap N_1 \in \mathfrak{X}$  (е). Из (d) и (е), по определению произведения классов групп, следует, что  $H_1 \in \mathfrak{X}\mathfrak{H}$  и, значит,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G_1) \subseteq \mathfrak{X}\mathfrak{H}$ . Таким образом, из (а), (б), (с) получаем, что  $G_1 \in \mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} (\mathfrak{X}\mathfrak{H}) = \mathfrak{M}_2$ . Следовательно,  $\mathfrak{M}_1 \subseteq \mathfrak{M}_2$ .

Теорема доказана.

Если  $\omega = \mathbb{P}$ , то из теоремы 1 вытекает следующий известный результат.

**Следствие 1 [6, IV. (1.2.d)].** Пусть  $\mathfrak{H}$  – непустой класс групп,  $\mathfrak{F}$  – непустой класс групп. Если  $\mathfrak{X}$  –  $S$ -замкнутый класс групп, то  $\mathfrak{X}(\mathfrak{F} \downarrow \mathfrak{H}) \subseteq \mathfrak{F} \downarrow (\mathfrak{X}\mathfrak{H})$ .

**Теорема 2.** Пусть  $\mathfrak{F}$  и  $\mathfrak{B}$  –  $\omega$ -насыщенные формации и каждая группа из  $\mathfrak{B}$  обладает  $\pi(\mathfrak{F})$ -разрешимым  $\mathfrak{F}$ -корадикалом, являющимся  $\omega$ -группой,  $\mathfrak{M} = \mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$ . Тогда справедливы следующие утверждения:

- (1) Если  $\mathfrak{H}$  –  $Q^\omega$ -замкнутый класс групп, то  $\mathfrak{M}$  является  $Q^\omega$ -замкнутым классом групп.
- (2) Если  $\mathfrak{H}$  –  $R_0^\omega$ -замкнутый класс групп, то  $\mathfrak{M}$  является  $R_0^\omega$ -замкнутым классом групп.

*Доказательство.*

(1) Пусть  $\mathfrak{H}$  –  $Q^\omega$ -замкнутый класс групп. Покажем, что класс групп  $\mathfrak{M}$  также является  $Q^\omega$ -замкнутым. Пусть  $G \in \mathfrak{M}$  и  $N$  – нормальная  $\omega$ -подгруппа группы  $G$ . Установим, что  $G/N \in \mathfrak{M}$ . Для этого достаточно проверить, что  $G/N \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N) \subseteq \mathfrak{H}$ .

Так как  $G \in \mathfrak{M}$ , то  $G \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \subseteq \mathfrak{H}$  (f). Пусть  $\pi := \pi(\mathfrak{F})$  и  $\mathfrak{Y} := \pi \mathfrak{B}$ . Тогда класс  $\mathfrak{B}$  имеет следующий вид:

$$\mathfrak{B} = (B \in \mathfrak{G} \mid G^{\mathfrak{F}} \in \mathfrak{Y}_\omega) = \mathfrak{Y}_\omega \circ \mathfrak{F}.$$

Поскольку  $\mathfrak{Y}_\omega$  и  $\mathfrak{F}$  – формации, то по лемме 1 (4) класс  $\mathfrak{B}$  также является формацией. Это означает, что  $G/N \in \mathfrak{B}$ .

Так как  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -насыщенная формация, то по лемме 1 (3)  $\mathfrak{F}$  является  $\omega$ -локальной формацией. Поскольку  $G/N \in \mathfrak{B}$ , то по лемме 1 (5)  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N) \neq \emptyset$ .

Пусть  $H/N$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор группы  $G/N$ . Покажем, что  $H/N \in \mathfrak{H}$ . Пусть  $K$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор в  $G$ . Тогда, с учетом (f),  $K \in \mathfrak{H}$ . Из того, что  $N$  – нормальная  $\omega$ -подгруппа группы  $G$ , следует, что  $K \cap N$  – нормальная  $\omega$ -подгруппа в  $K$ . По лемме 1 (2)  $KN/N$  является  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектором в  $G/N$ . Так как  $\mathfrak{H}$  –  $Q^\omega$ -замкнутый класс групп, то  $KN/N \cong K/(K \cap N) \in \mathfrak{H}$ . Поскольку  $G/N \in \mathfrak{B}$ , то по лемме 1 (5)  $KN/N$  и  $H/N$  сопряжены в  $G/N$ , т.е.  $H/N = (KN/N)^{xN}$  для некоторого

$xN \in G/N$ . Так как  $KN/N \in \mathfrak{H}$ , то, ввиду последнего равенства,  $H/N \in \mathfrak{H}$ . Таким образом,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N) \subseteq \mathfrak{H}$ . Из  $G/N \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N) \subseteq \mathfrak{H}$  получаем, что  $G/N \in \mathfrak{M}$ , и, значит,  $\mathfrak{M}$  является  $Q^\omega$ -замкнутым классом групп. Утверждение (1) доказано.

(2) Пусть  $\mathfrak{H}$  –  $R_0^\omega$ -замкнутый класс групп. Покажем, что класс  $\mathfrak{M}$  также является  $R_0^\omega$ -замкнутым. Пусть  $G/N_1, G/N_2 \in \mathfrak{M}$ ,  $N_1 \triangleleft G$ ,  $N_2 \triangleleft G$ ,  $N_1 \cap N_2 = 1$ . Установим, что  $G \in \mathfrak{M}$ . Для этого достаточно проверить, что  $G \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \subseteq \mathfrak{H}$ .

Так как  $G/N_1 \in \mathfrak{M}$ , то  $G/N_1 \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N_1) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N_1) \subseteq \mathfrak{H}$  (g). Аналогично,  $G/N_2 \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N_2) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G/N_2) \subseteq \mathfrak{H}$  (h). Из  $G/N_1, G/N_2 \in \mathfrak{B}$  следует, что  $G/(N_1 \cap N_2) \in \mathfrak{B}$ . Это, ввиду равенства  $N_1 \cap N_2 = 1$ , означает, что  $G \in \mathfrak{B}$ .

Так как  $\mathfrak{F}$  –  $\omega$ -насыщенная формация и  $G \in \mathfrak{B}$ , то по лемме 1 (3) и лемме 1 (5)  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \neq \emptyset$ .

Пусть  $H$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проектор группы  $G$ . Покажем, что  $H \in \mathfrak{H}$ . Из того, что  $N_1$  и  $N_2$  – нормальные  $\omega$ -подгруппы группы  $G$ , по лемме 1 (2), следует, что  $HN_1/N_1$  и  $HN_2/N_2$  –  $\mathfrak{F}^\omega$ -проекторы в  $G/N_1$  и  $G/N_2$  соответственно. Кроме того,  $HN_1/N_1 \cong H/(H \cap N_1)$  и  $HN_2/N_2 \cong H/(H \cap N_2)$ . Следовательно, с учетом (g) и (h),  $H/(H \cap N_1) \in \mathfrak{H}$  и  $H/(H \cap N_2) \in \mathfrak{H}$ . Так как  $\mathfrak{H}$  –  $R_0^\omega$ -замкнутый класс групп,  $H \cap N_1, H \cap N_2$  – нормальные  $\omega$ -подгруппы группы  $H$  и

$$(H \cap N_1) \cap (H \cap N_2) = 1,$$

то  $H \in \mathfrak{H}$ . Из  $G \in \mathfrak{B}$ ,  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \neq \emptyset$  и  $\text{Proj}_{\mathfrak{F}^\omega}(G) \subseteq \mathfrak{H}$  получаем, что  $G \in \mathfrak{M}$ , и, значит,  $\mathfrak{M}$  является  $R_0^\omega$ -замкнутым классом групп. Утверждение (2) доказано. Теорема доказана.

Если  $\omega = \mathbb{P}$ , то из теоремы 2 вытекает следующий результат.

**Следствие 2.** Если  $\mathfrak{F}$  – насыщенная формация и  $\mathfrak{H}$  – формация, то класс групп  $\mathfrak{F} \downarrow \mathfrak{H}$  также является формацией.

**Замечание 1.** В монографии [6] установлено, что если  $\mathfrak{F}$  – класс Шунка и  $\mathfrak{H}$  – формация, то класс  $\mathfrak{F} \downarrow \mathfrak{H}$  также является формацией [6, (IV.1.2)].

### Список литературы

1. Ведерников В.А., Сорокина М.М.  $\mathfrak{F}$ -проекторы и  $\mathfrak{F}$ -покрывающие подгруппы конечных групп // Сиб. матем. журн. – 2016. – Т. 57, № 6. – С. 1224–1239.
2. Монахов В.С. Введение в теорию конечных групп и их классов. – Мн.: Выш. шк., 2006. – 207 с.
3. Скиба А.Н., Шеметков Л.А. Кратно  $\omega$ -локальные формации и классы Фиттинга конечных групп // Матем. Труды. – 1999. – Т. 2, № 2. – С. 114–147.
4. Сорокина М.М., Новикова Д.Г. О  $\mathfrak{F}^\omega$ -проекторах и  $\mathfrak{F}^\omega$ -покрывающих подгруппах конечных групп // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2024. – Т. 24, № 4. – С. 526–535.
5. Шеметков Л.А. Формации конечных групп. – М.: Наука, 1978. – 271 с.
6. Doerk K., Hawkes T. Finite Soluble Groups. – Berlin – New York: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
7. Gaschutz W. Selected Topics in the Theory of Soluble Groups. Canberra: Lectures given at the 9th Summer Research Institute of the Austral. Math. Soc., 1969. – 98 p.

### Сведения об авторах

Новикова Диана Геннадьевна – аспирант кафедры математического анализа, алгебры и геометрии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: [novikovadg@yandex.ru](mailto:novikovadg@yandex.ru).

Сорокина Марина Михайловна – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа, алгебры и геометрии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: [mmsorokina@yandex.ru](mailto:mmsorokina@yandex.ru).

## ON CLASSES OF FINITE GROUPS DEFINED WITH THE HELP OF $\mathfrak{F}^\omega$ -PROJECTORS

**D.G. Novikova, M.M. Sorokina**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Only finite groups are considered. Let  $\mathfrak{F}$  be a class of groups and  $\omega$  be a nonempty set of primes. A subgroup  $H$  of a group  $G$  is called an  $\mathfrak{F}^\omega$ -projector in  $G$  if  $HN/N$  is an  $\mathfrak{F}$ -maximal subgroup of  $G/N$  for any normal  $\omega$ -subgroup  $N$  of a group  $G$ . In the case when  $\omega$  coincides with the set of all primes the concept of an  $\mathfrak{F}^\omega$ -projector coincides with the concept of an  $\mathfrak{F}$ -projector of a group introduced by W. Gaschutz in 1969. Let  $\mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{F}$  and  $\mathfrak{H}$  be arbitrary classes of groups. In the paper we study the properties of the class  $\mathfrak{F}^\omega \downarrow_{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}$ , consisting of all such groups  $G \in \mathfrak{B}$  in which the set of all  $\mathfrak{F}^\omega$ -projectors is nonempty and it is contained in the class  $\mathfrak{H}$ .

**Keywords:** *finite group, class of groups,  $\mathfrak{F}^\omega$ -projector, formation,  $\omega$ -primitively closed class of groups,  $\omega$ -saturated formation.*

### References

1. Vedernikov V.A., Sorokina M.M.  $\mathfrak{F}$ -projectors and  $\mathfrak{F}$ -covering subgroups of Finite Groups // Siberian Mathematical Journal. – 2016. – Vol. 57, No. 6. – P. 957–968.
2. Monakhov V.S. Introduction to the Theory of Finite Groups and Their Classes. – Minsk: Vysh. shk., 2006. – 207 p.
3. Skiba A.N., Shemetkov L.A. Multiple  $\omega$ -local Formations and Fitting Classes of Finite Groups // Math. Proceedings. – 1999. – Vol. 2, No. 2. – P. 114–147.
4. Sorokina M.M., Novikova D.G. On  $\mathfrak{F}^\omega$ -projectors and  $\mathfrak{F}^\omega$ -covering Subgroups of Finite Groups // Izvestiya of Saratov University. Mathematics. Mechanics. Informatics. – 2024. – Vol. 24, No. 4. – P. 526–535.
5. Shemetkov L.A. Formations of Finite Groups. – M.: Nauka, 1978. – 271 p.
6. Doerk K., Hawkes T. Finite Soluble Groups. – Berlin – New York: Walter de Gruyter, 1992. – 891 p.
7. Gaschutz W. Selected Topics in the Theory of Soluble Groups. Canberra: Lectures given at the 9th Summer Research Institute of the Austral. Math. Soc., 1969. – 98 p.

### About authors

Novikova D.G. – Postgraduate Student of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [novikovadg@yandex.ru](mailto:novikovadg@yandex.ru).

Sorokina M.M. – Doctor in Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [mmsorokina@yandex.ru](mailto:mmsorokina@yandex.ru).

УДК 517.53

## О НУЛЯХ ОДНОГО КЛАССА АНАЛИТИЧЕСКИХ В КРУГЕ ФУНКЦИЙ С ОГРАНИЧЕНИЕМ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ М. ДЖРБАШЯНА

Е.Г. Родикова, К.В. Кислакова

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В работе описаны корневые множества весового класса аналитических в круге функций с  $\alpha$ -характеристикой М. Джрбашяна из  $L_\omega^p$  – пространства.

**Ключевые слова:** нули,  $\alpha$ -характеристика Джрбашяна,  $L_\omega^p$  – пространства, аналитические функции, единичный круг.

Пусть  $\mathbb{C}$  – комплексная плоскость,  $D$  – единичный круг на  $\mathbb{C}$ ,  $H(D)$  – множество всех функций, аналитических в  $D$ . Обозначим через  $T(r, f)$  характеристику  $P$ . Неванлинны функции  $f \in H(D)$  (см. [2]), а через  $T_\alpha(r, f)$  –  $\alpha$ -характеристику М.М. Джрбашяна (см. [1]):

$$T(r, f) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \ln^+ |f(re^{i\theta})| d\theta,$$

$$\ln^+ |a| = \max(0, \ln|a|), a \in \mathbb{C},$$

$$T_\alpha(r, f) = \frac{r^{-(\alpha+1)}}{2\pi \cdot \Gamma(\alpha+1)} \int_{-\pi}^{\pi} \left( \int_0^r (r-t)^\alpha \ln |f(te^{i\varphi})| dt \right)^+ d\varphi, \alpha > -2,$$

где  $\Gamma$  – функция Эйлера. Отметим, что  $T_{-1}(r, f) = T(r, f)$  (см. [1]).

Пусть  $\pi_\beta(z, z_k)$  – бесконечное произведение М.М. Джрбашяна с нулями  $\{z_k\}_1^\infty$  (см. [6, с. 197]):

$$\pi_\beta(z, z_k) = \prod_{k=1}^{+\infty} \left( 1 - \frac{z}{z_k} \right) \exp \left( 1 - U_\beta(z, z_k) \right), \beta > -1,$$

$$U_\beta(z, z_k) = \frac{2(\beta+1)}{\pi} \int_0^1 \int_{-\pi}^{\pi} \frac{(1-\rho^2)^\beta \ln \left| 1 - \frac{\rho e^{i\theta}}{z_k} \right|}{(1 - z\rho e^{-i\theta})^{\beta+2}} d\theta \rho d\rho.$$

Обозначим  $\Omega$  – множество всех измеримых положительных функций на  $\Delta = (0, 1]$ , для которых существуют числа  $m_\omega, q_\omega$  из  $\Delta$ ,  $M_\omega$ , такие что (см. [6, с.7])

$$m_\omega \leq \frac{\omega(\lambda r)}{\omega(r)} \leq M_\omega, r \in \Delta, \lambda \in [q_\omega, 1],$$

$$\alpha_\omega = \frac{\ln \frac{1}{m_\omega}}{\ln \frac{1}{q_\omega}}.$$

Простейшими примерами таких функций могут служить  $\omega(t) = t^\gamma (\ln \dots \ln \frac{1}{t})^\beta$ ,  $t \in \Delta, \gamma > -1, \beta \in \mathbb{R}$ .

Пусть  $\omega \in \Omega, 0 < p < +\infty, \alpha > -1$ . Введем в рассмотрение классы функций:

$$N_{\omega, \alpha}^p = \left\{ f \in H(D) : \int_0^1 \omega(1-r) T_\alpha^p(r, f) dr < +\infty \right\}.$$

Классы  $N_{\omega, \alpha}^p$  здесь введены в качестве «телесных» аналогов классов Ф.А. Шамомяна, введённых впервые в работе [5]. Классы  $N_{\omega, \alpha}^p$  при  $\omega(t) = t^\gamma, \gamma > -1$ , были введены исследованы в работе первого автора [3].

В данной работе исследуются корневые множества указанного класса функций.

Обозначим через  $Z_f$  – множество всех нулей функции  $f$ ,

$$n(r) = \text{card}\{z_k \in Z_f: |z_k| < r < 1\}, n(0) = 0,$$

и следуя М. Джрбашяну (см. [2]):

$$n_\alpha(r) = \frac{r^{-(\alpha+1)}}{\Gamma(\alpha+2)} \int_0^r (r-t)^{\alpha+1} \frac{n(t)}{t} dt, \alpha > -1.$$

Справедлива

**Теорема 1.** Пусть  $\omega \in \Omega, 0 < p < +\infty, \alpha > -1$ . Если  $\{z_k\}_1^\infty = Z_f$  для произвольной функции  $f \in N_{\omega, \alpha}^p$ , то

$$\int_0^1 \omega(1-r) n_\alpha^p(r) dr < +\infty. \quad (1)$$

Обратно, если (1) выполняется, то можно построить произведение Джрбашяна  $\pi_\beta(z, z_k), \beta > \alpha + 1 + \frac{\alpha_\omega + 1}{p}$ , из класса  $N_{\omega, \alpha}^p$  с нулями в точках  $\{z_k\}_1^\infty$ .

Доказательство проводится аналогично работе [3]. Важную роль в нём играет

**Лемма.** Пусть  $\omega \in \Omega, 0 < p < +\infty, \alpha > -1$ .

Если (1) сходится, то сходится также и интеграл

$$\int_0^1 \omega(1-r) (1-r)^{(\alpha+2)p} n^p(r) dr < +\infty.$$

Доказанная теорема, помимо того, что представляет самостоятельный интерес, также используется авторами при сравнении классов с ограничениями на характеристики Р. Неванлинны и М.М. Джрбашяна в [4].

### Список литературы

1. Джрбашян М.М. О параметрическом представлении некоторых классов мероморфных функций в единичном круге // Докл. АН СССР. – 1964. – Т.157. – С.1024-1027.
2. Неванлинна Р. Однозначные аналитические функции. – М.-Л.:ГИИТЛ, 1941. – 388 с.
3. Родикова Е.Г. Факторизационное представление и описание корневых множеств одного класса аналитических в круге функций // Сибирские электронные математические известия. – 2014. – Т. 11. – С. 52-63.
4. Родикова Е.Г., Кислакова К.В. Об эквивалентности некоторых классов аналитических функций // Ученые записки Брянского гос. ун-та. – 2023. – № 4. – С. 10-12.
5. Шамомян Ф.А. Параметрическое представление и описание корневых множеств весовых классов голоморфных в круге функций // Сиб. мат. журн. – 1999. – Т. 40. – №6. – С. 1422-1440.
6. Шамомян Ф.А. Весовые пространства аналитических функций со смешанной нормой. – Брянск: РИО БГУ, 2014. – 250 с.

### Сведения об авторах

Родикова Евгения Геннадьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического анализа, алгебры и геометрии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: [evheny@yandex.ru](mailto:evheny@yandex.ru).

Кислакова Ксения Васильевна – аспирант кафедры математического анализа, алгебры и геометрии, ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», e-mail: [k.kislakova25@gmail.com](mailto:k.kislakova25@gmail.com).

**ON ZEROS OF ONE CLASS OF ANALYTICAL FUNCTIONS IN A DISK  
WITH A RESTRICTION ON THE CHARACTERISTIC OF M. DJRBASHIAN****E.G. Rodikova, K.V. Kislakova**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

*The paper describes the root sets of the weight class of analytic functions in a disk with M. Djrbashian's  $\alpha$ -characteristic from  $L^p_\omega$ -space.*

**Keywords:** *zeros, the Nevanlinna characteristic,  $\alpha$ -characteristic of Djrbashian,  $L^p_\omega$ -space, analytic functions, unit circle.*

**References**

1. Djrbashian M.M. On the parametric representation of some classes of meromorphic functions in the unit disk // Dokl. Academy of Sciences of the USSR. – 1964. – T.157. – P. 1024-1027.
2. Nevanlinna R. Eindeutige analytische Funktionen, 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin, 1953.
3. Rodikova E.G. Factorization representation and description of zerosets for the class of functions analytic in a disk // Sib. El. Math. Rev. – 2014. – V. 11. – P. 52-63.
4. Rodikova E.G., Kislakova K.V. On the equivalence of certain classes of analytic functions // Scientific Notes O Bryansk State Univ. – 2023. – № 4. – P. 10-12.
5. Shamoyan F.A. Parametric representation and description of the root sets of weighted classes of functions holomorphic in the disk // Siberian Math. J. – 1999. – 40:6. – P. 1211–1229.
6. Shamoyan F.A. Weighted spaces of analytic functions with mixed norm. – Bryansk: Bryansk St. Univ., 2014. – 250 p.

**About author**

Rodikova E.G. – PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate professor of the Department of Mathematical analysis, algebra and geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [evheny@yandex.ru](mailto:evheny@yandex.ru).

Kislakova K.V. – Postgraduate Student of the Department of Mathematical Analysis, Algebra and Geometry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [k.kislakova25@gmail.com](mailto:k.kislakova25@gmail.com).

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 618.306

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭНДОГЕННЫХ И ЭКЗОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
НА НАРУШЕНИЕ МАТОЧНО-ПЛАЦЕНТАРНОГО КРОВОТОКА  
ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ****Е.Ю. Терешенок, Е.В. Ноздрачева**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В статье представлены результаты исследования влияния эндогенных и экзогенных факторов на нарушение маточно-плацентарного кровотока при беременности. Изучение формирования плаценты и системы плацентарного кровообращения давно занимает внимание ученых. Изменчивость плацентарного кровообращения и его сложная регуляция создают условия для адекватного взаимодействия зародыша с окружающей средой, что особенно важно в моменты его активного роста и развития. Плацентарная недостаточность – это клинический синдром, возникающий вследствие морфофункциональных изменений в плаценте и нарушения механизмов компенсации, необходимых для нормального развития плода и адаптации женского организма к беременности. Плацентарная недостаточность проявляется через ряд нарушений, касающихся транспортных, трофических, эндокринных и метаболических функций плаценты, что в свою очередь ведет к патологическим изменениям у плода и новорожденного.

**Ключевые слова:** беременность, плацентарная недостаточность, фетоплацентарный комплекс.

**Введение.** В настоящее время одной из основных проблем современного акушерства и неонатологии является плацентарная недостаточность – клинический синдром, обусловленный морфологическими и функциональными изменениями в плаценте и проявляющийся нарушением роста и развития плода, его гипоксией, которые возникают в результате сочетанной реакции плода и плаценты на различные отклонения в состоянии беременной. Основой данного синдрома являются патологические изменения в плодово-и/или маточно-плацентарном комплексе с нарушением компенсаторно-приспособительных механизмов на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях. В результате чего нарушаются транспортная, трофическая, эндокринная, метаболическая, антиоксидантная функции плаценты, лежащие в основе патологии плода и новорожденного [1].

Особую значимость данная проблема приобретает при осложнении возникающих во время гестационного периода, невынашиванием беременности, завершении беременности преждевременными родами и рождением недоношенного ребенка. Неизменным остается высокий уровень перинатальной заболеваемости и смертности среди недоношенных новорожденных, что является общепризнанным фактом.

Среди осложнений, способных стать причиной гибели недоношенных новорожденных, чаще всего встречаются расстройства дыхательной системы, аномалии развития, внутренние кровоизлияния в мозг, сепсис и тому подобное. У выживших недоношенных детей, часто выявляются легочные дисплазии и различные отклонения в неврологическом состоянии, в виде гидроцефалии как врожденного, так и посттравматического характера, спастические параличи, потери слуха и нарушения зрения. Основными причинами, приводящими к инвалидизации среди выживших недоношенных детей, считаются повреждения головного и спинного мозга, выраженные в той или иной степени тяжести [5,6].

Ключевым аспектом является вопрос о том, следует ли рассматривать плацентарную недостаточность как отдельный клинический синдром или как симптом, связанный с основным заболеванием. Исследование актуальной научной литературы показывает, что



плацентарную недостаточность часто рассматривают отдельно от этиологических факторов – причин и условий, способствующих её возникновению и развитию [2,4].

При этом, как правило, констатируется нарушение кровообращения в сосудах фетоплацентарного комплекса, вызванное гиповолемией, тромбозом, повышением сосудистой резистентностью, что приводит к выводу о недостаточном снабжении плода кислородом и наличии трофической недостаточности. Однако факторы, способствующие возникновению плацентарной недостаточности, остаются неясными, а лечение основного заболевания не всегда соотносится с профилактическими мерами и терапией плацентарной недостаточности [5,6].

Многообразие причин, ведущих к появлению данного осложнения, указывает на его полиэтиологическую природу. К ним относятся: возраст матери – менее 17 лет или старше 35 лет, наличие вредных привычек (таких как курение, употребление алкоголя и наркотиков), неблагоприятные социально-бытовые условия, негативное воздействие физических или химических факторов в первые недели беременности, наличие скрытых инфекций, экстрагенитальная патология, а также тяжелый акушерско-гинекологический анамнез и осложнения, появившиеся на протяжении текущей беременности [4,5,6].

Состояние плацентарной недостаточности довольно распространено и его развитие во многом зависит от здоровья и возраста матери. С учетом повышения среднего возраста женщин, ожидающих первого или повторного ребенка, растет и процент заболеваний, способствующих плацентарной недостаточности [1].

Частота данной патологии непосредственно связана с возрастом беременных: если в общем населении она составляет 20-30%, то среди женщин старшей возрастной группы она встречается значительно чаще [6].

Нарушения защитной роли плаценты, связанные с ослаблением ее барьерной функции, могут привести к внутриутробному инфицированию плода из-за патогенных микроорганизмов, проникающих через эту ткань. Также через плацентарный барьер могут проходить токсичные вещества, способные нанести вред развивающемуся плоду [7].

Изменения в синтетической деятельности плаценты ведут к дисбалансу гормонов и уменьшению производства белков, что, в свою очередь, может вызвать задержку в развитии плода, гипоксию и нарушения контрактильной активности матки как во время беременности, так и в процессе родов [6,7].

**Материалы и методы.** Были проанализированы истории родов и результаты обследования 80 женщин в сроки беременности 36-40 недель в возрасте от 16 до 36 лет с хронической плацентарной недостаточностью, цитомегаловирусной и герпетической инфекцией, хламидиозом и сифилисом, находившихся на стационарном лечении в отделениях патологии беременности ГАУЗ «Брянская городская больница №1». Контрольную группу составили 30 женщин с аналогичными сроками физиологически протекающей беременности. Состояние плода оценивали по данным кардиотокографии, маточно-плацентарного кровотока – по данным доплерографического исследования, УЗИ плода и плаценты. Нами было выделено 4 группы беременных: 1 группа – 26 беременных (32,5%), инфицированных цитомегаловирусной и герпетической инфекцией; 2 группа – 28 беременных (35%), инфицированных хламидиозом; 3 группа – 26 беременных (32,5%), инфицированных сифилисом; 4 группа – контрольная – 30 беременных женщин без инфекционных заболеваний.

В 1 группе возраст всех женщин составил в среднем 25,2 года; во 2 группе – 25,6 года; в 3 группе – 29,2 года; в 4 группе – 27,4 года.

При изучении акушерско-гинекологического анамнеза анализировали: становление менструальной функции, ее характер, количество беременностей, их исходы.

**Результаты исследования.** Средний возраст начала менструаций, обследуемых в 1 группе, составил 13,7 года, во 2 группе – 13,6 года, в 3 группе – 13,8 года и в 4 группе – 13,8 года. В большинстве случаев отмечалось нормальное становление менструальной

функции во всех четырех группах. На нарушение менструальной функции в анамнезе указали 9,2% женщин в 1 группе; 25,0% респонденток – во 2 группе; 38,5% пациенток – в 3 группе и 20% беременных – в 4 группе.

Из отягощающих акушерский анамнез факторов отмечены: искусственный аборт имел место у 31% женщин из 1 группы; у 39% беременных – из 2 группы; у 27% женщин – из 3 группы; у 20% пациенток – из контрольной группы. Причем у половины беременных из 1, 2 и 3 группы было два и более прерывания беременности. Среди обследованных беременных в 1 группе первородящих было 61,5%; повторнородящих – 38,5%; во 2 группе первородящих было 57%; повторнородящих – 43%; в 3 группе первородящих было 58%; повторнородящих – 42%; в 4 группе – 70% и 30%, соответственно.

Большинство обследованных беременных имели отягощенный гинекологический и общесоматический анамнез. У половины инфицированных беременных во всех обследованных группах диагностирована эктопия шейки матки. В первой группе хронический аднексит и кольпит отмечались у 31% женщин; во второй группе – у 28% и 33% соответственно; в 3 группе – хронический аднексит 42% случаев, кольпит – в 38,5%. В контрольной группе хронический аднексит в анамнезе отмечали 10% беременных, кольпит – 20% респонденток.

Из сопутствующих экстрагенитальных заболеваний наиболее часто отмечались болезни желудочно-кишечного тракта: у 69% обследованных в 1 группе, у 46% – во 2 группе, у 27% – в 3 группе, в 4 группе заболеваний желудочно-кишечного тракта не встречалось. Болезни мочевыделительной системы наблюдались у 27% беременных 1 группы, у 33 % беременных – 2 группы, у 27% пациенток – 3 группы, в 4 группе заболеваний мочевыделительной системы не встречалось.

При обследовании плаценты значение индекса резистентности у беременных контрольной группы составило  $0,51 \pm 0,01$ , пульсационный индекс –  $0,71 \pm 0,03$ , систолодиастолическое отношение –  $2,03 \pm 0,06$ .

В результате проведенного исследования выявлено, что при присоединении инфекционных осложнений и развитии хронической плацентарной недостаточностью значения индексов пиковой систолической скорости кровотока повышались. Так, в маточной артерии значения систолодиастолического отношения колебались в пределах от  $2,45 \pm 0,11$  до  $2,85 \pm 0,15$ ; индекса резистентности – от  $0,58 \pm 0,02$  до  $0,74 \pm 0,08$ ; пульсационный индекс – от  $0,85 \pm 0,05$  до  $1,03 \pm 0,10$  в 1 группе исследований. Систолюдиастолическое отношение от  $2,15 \pm 0,07$  до  $2,51 \pm 0,07$ ; индекса резистентности – от  $0,53 \pm 0,03$  до  $0,65 \pm 0,02$ ; пульсационный индекс – от  $0,73 \pm 0,03$  до  $0,87 \pm 0,03$  во 2 группе исследований. Систолюдиастолическое отношение от  $2,41 \pm 0,10$  до  $2,62 \pm 0,08$ ; индекса резистентности – от  $0,57 \pm 0,03$  до  $0,66 \pm 0,03$ ; пульсационный индекс – от  $0,84 \pm 0,05$  до  $0,98 \pm 0,05$  в 3 группе исследований.

При этом у 69% беременных из 1 группы, у 72% беременных из 2 группы, у 73% беременных из 3 группы было выявлено нарушение маточно-плацентарного кровообращения I-A степени, у 13% беременных – из 1 группы; 11% беременных – из 2 группы и у 7% беременных – из 3 группы – I-B степени. У 8% женщин из 3 группы выявлена II степень нарушения маточно-плацентарного кровообращения.

В настоящее время неотъемлемой частью комплексной оценки состояния маточно-плацентарного комплекса и плода является кардиотокография. Анализ кардиотокограмм при физиологической беременности (контрольная группа) показал, что базальная частота сердечных сокращений составила в среднем  $134,2 \pm 2,92$  уд/мин., при этом преобладал ундулирующий тип базального ритма (80%). Стабильность ритма составила  $62,6 \pm 3,4\%$ . Выявлено преобладание спорадических акцелераций, количество децелераций в свою очередь было минимальным с преобладанием ранних форм. В ответ на шевеление плода и сокращения матки отмечались: незначительное повышение частоты сердечных сокращений в допустимых пределах (не более 160 уд/мин.), спорадические децелерации и сохранение

нормальной вариабельности базального ритма, что свидетельствует о реактивности нестрессового теста. При компьютерной обработке по Фишеру конечный результат исследования составил в среднем  $8,3 \pm 0,41$  балла, что говорит об удовлетворительном состоянии плода. Показатель состояния плода по Кребсу был соответствующим кардиотокографическим нормам и составил в среднем  $10,3 \pm 0,41$  балла.

Вышеописанные данные указывают на нормальное функционирование маточно-плацентарного комплекса, подтверждает достаточную реактивность сердечно-сосудистой системы и адекватность адаптационных возможностей плода при физиологически протекающей беременности.

У инфицированных беременных с хронической плацентарной недостаточностью базальная частота сердечных сокращений плода достоверно не отличалась от показателя контрольной группы, однако имела место монотонность ритма. Амплитуда осцилляций была в пределах  $7,2 \pm 0,64$  уд/мин. в 1 группе;  $7,2 \pm 0,32$  уд/мин. во 2 группе и  $7,0 \pm 0,35$  уд/мин. – в 3 группе, что было достоверно ниже показателя в контрольной группе. По частоте осцилляции составили, в среднем,  $6,4 \pm 0,39$  уд/мин в 1 группе;  $6,9 \pm 0,28$  уд/мин во 2 группе и  $7,0 \pm 0,28$  уд/мин в 3 группе и оказались ниже, чем при физиологической беременности. Число акцелераций уменьшалось в первой группе, что указывает на наиболее неблагоприятное влияние вирусной инфекции на состояние внутриутробного плода. Количество децелераций у них существенно не отличалось, однако в группе беременных с сифилисом децелераций не было зарегистрировано вообще. Среди децелераций преобладали переменные, что не исключало возможности прижатия пуповины во время обследования. Двигательная активность плода, оцениваемая по количеству шевелений, достоверно уменьшалась в группе инфицированных цитомегаловирусом и вирусом простого герпеса. При анализе показателя состояния плода по Фишеру в большинстве случаев выявлены начальные признаки гипоксии плода в первой и третьей группах. Аналогичные изменения отмечены и при оценке по Кребсу. Согласно представленным данным, у 1/3 инфицированных беременных с хронической плацентарной недостаточностью беременных наблюдались признаки гипоксии плода.

На основании вышеизложенного логично сделать вывод, что у 18% беременных из 1 группы, 17% беременных из 2 группы и 6% беременных из 3 группы хроническая плацентарная недостаточность имеет компенсированное течение, а в 81% случаев в 1 группе, 83% случаев во 2 группе и 88% случаев в 3 группе – субкомпенсированное. При этом нарушение маточно-плацентарного кровообращения свидетельствовало о недостаточности компенсаторно-приспособительных процессов в плаценте, что в свою очередь вызывало изменения сердечной деятельности плода и подтверждало результаты, полученные при кардиотокографии. Приведенные данные указывали на мобилизацию реакций адаптации.

При анализе данных ультразвукового сканирования отмечено отставание фетометрических параметров на 1-2 недели у 19% беременных из 1 группы, у 17% беременных из 2 группы и у 27% беременных из 3 группы, что соответствует синдрому задержки роста плода I степени. У остальных беременных антропометрические параметры плодов соответствовали норме.

Таким образом, результаты исследований показали, что хроническая инфекция во время беременности способствует возникновению хронической плацентарной недостаточности. В структуре ее, согласно полученным нами данным, ведущим является нарушение кровообращения в маточно-плацентарном звене системы, что подтверждается достоверным повышением значений систолодиастолического отношения, индекса резистентности, пульсационного индекса. Причинами таких расстройств гемодинамики служит, по-видимому, спазм конечных артерий миометрия, обусловленный эндогенной интоксикацией, возникающей на фоне хронической инфекции у данного контингента беременных. На фоне выявленных изменений в организме беременных у плода возникают

патологические сдвиги кардиодинамики и, как следствие, нарушение его трофики и отставание в развитии.

Так же были изучены истории болезней курящих женщин. Изучено 162 истории болезней, которых разделили на 3 подгруппы: 1-я – женщины курили всю беременность, 2-я – женщины бросили курить в I триместре, 3-я – женщины, которые никогда не начинавших курить или бросивших курить до начала беременности.

Как известно, табакокурение является фактором риска перинатальной и акушерской патологии. На организм оказывает патологическое влияние комплекс химических факторов (никотин, угарный газ, формальдегиды и др.) За их счёт изменяется местный и системный иммунитет. Отмечаются изменения иммунного статуса беременной и плода: повышенная васкуляризация ворсинок хориона у курящих женщин уже в первом триместре.

В результате клинико-лабораторного обследования женщин 1-й группы были выявлены следующие особенности. Средний вес новорожденных по группам составил: в 1-й подгруппе – 3162 г ( $\pm 119,5$  г), во 2-й – 3612 г ( $\pm 127$  г), в 3-й – 3394 г ( $\pm 171,4$  г).

Была проанализирована частота рождения детей в гипоксии в зависимости от количества выкуренных сигарет. При выкуривании более 10 сигарет частота гипоксии составила 44%, менее 10 сигарет соответственно 29,4%.

Среди курящих пациенток чаще встречались беременные с метаболическими нарушениями: ожирением, сахарным диабетом и др. Гестационный диабет по группам составил: 1-я – 14,2%, 2-я – 6,8%, 3-я – 3,3%.

Распределение гестоза легкой степени по группам составило: 1-я – 15,4%, 2-я – 12,3%, 3-я – 3,7%. Причем процент гестоза легкой степени в 1 и 2 группах был достоверно выше, чем в группе сравнения ( $p \sim 0,0003$ ;  $0,004$ ). В структуре гестозов средняя степень тяжести по группам составила: 1-я – 32,5%, 2-я – 14,7%, 3-я – 0%. У курящих беременных достоверно выше частота гестоза средней степени тяжести по сравнению с группой сравнения ( $p \sim 0,00013$ ).

При гистологическом исследовании плацент обследованных пациенток было выявлено наличие плацентарной недостаточности, которая, по группам составила: в 1 группе – 35%, во 2-й – 23,5%, в 3-й – 8,8%. У курящих беременных чаще была выявлена субкомпенсированная плацентарная недостаточность – в 23%, курящих в I триместре – 11,8%, не курящих – 2,9%.

Более высокая частота осложнений беременности, возникающих у курящих женщин, вероятнее всего связана с повышением уровня гомоцистсина в крови. При исследовании уровня гомоцистсина у курящих беременных он достоверно выше ( $p < 0,05$ ) и по группам составил: 1-я – 8,4 мкмоль/л ( $\pm 0,59$ ), 2-я – 7,35 ( $\pm 0,47$ ), 3-я – 6,4 ( $\pm 0,55$ ).

Настоящее исследование выявило, что на начальном этапе развития фетоплацентарной недостаточности клинические проявления могут быть выражены незначительно или вовсе отсутствовать. Поэтому важно использовать лабораторные и инструментальные методы для динамического мониторинга состояния фетоплацентарного комплекса у женщин из группы риска по развитию фетоплацентарной недостаточности.

### Список литературы

1. Ведение беременности и родов при фетоплацентарной недостаточности / Ю.С. Парашук, О.В. Грищенко, И.В. Лахно и др. – Харьков: Торнадо, 2001. – 116 с.
2. Волощук И.Н. Морфологические основы и патогенез плацентарной недостаточности: автореф дис., докт. мед. наук. – М.: 2002. – 48 с.
3. Зарубина Е.Н., Бермишева О.А., Смирнова А.А. Современные подходы к лечению хронической фетоплацентарной недостаточности. – Проблемы репродукции. – 2000. – № 5. – С.61-63.
4. Кулаков В.И., Орджоникидзе Н.В., Тютюнник В.Л. Плацентарная недостаточность и инфекция / Руководство для врачей. – М., 2004. – С. 494.

5. Макаров О.В., Козлов П.В., Насырова Д.В. Синдром задержки развития плода: современные подходы к фармакотерапии. *Российский вестник акушера-гинеколога*. – 2003. – С. 18-22.

6. Сидельникова В.М. Привычная потеря беременности. – М.: Триада-Х, 2002. – 304 с.

7. Тютюнник В.Л. Хроническая плацентарная недостаточность при бактериальной и вирусной инфекции (патогенез, диагностика, профилактика, лечение): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2002. – С. 48.

#### Сведения об авторах

Терешенок Екатерина Юрьевна – магистрант кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *katerina.tereshyonok@yandex.ru*.

Ноздрачева Елена Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *noz-d-ev@mail.ru*.

### INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF ENDOGENOUS AND EXOGENOUS FACTORS ON THE VIOLATION OF UTEROPLACENTAL BLOOD FLOW DURING PREGNANCY

**E.Yu. Tereshenok, E.V. Nozdracheva**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The article presents the results of a study of the influence of endogenous and exogenous factors on the violation of uteroplacental blood flow during pregnancy. The study of the formation of the placenta and the placental circulatory system has long attracted the attention of scientists. The variability of the placental circulation and its complex regulation create conditions for an adequate interaction of the embryo with the environment, which is especially important at the moments of its active growth and development. Placental insufficiency is a clinical syndrome that occurs due to morphofunctional changes in the placenta and impaired compensation mechanisms necessary for the normal development of the fetus and the adaptation of the female body to pregnancy. Placental insufficiency is manifested through a number of disorders related to the transport, trophic, endocrine and metabolic functions of the placenta, which in turn leads to pathological changes in the fetus and newborn.

**Key words:** *pregnancy, placental insufficiency, fetoplacental complex.*

#### References

1. Vedenie beremennosti i rodov pri fetoplacentalnoj nedostatochnosti / Yu.S. Parashchuk, O.V. Grishchenko, I.V. Lahno i dr. – Har'kov: Tornado, 2001. – 116 s.

2. Voloshchuk I.N. Morfologicheskie osnovy i patogenez placentalnoj nedostatochnosti: avtoref dis., dokt. med. nauk. – M.: 2002. – 48 s.

3. Zarubina E.N., Bermisheva O.A., Smirnova A.A. Sovremennye podhody k lecheniyu hronicheskoy fetoplacentalnoj nedostatochnosti. – *Problemy reprodukcii*. – 2000. – № 5. – S.61-63.

4. Kulakov V.I., Ordzhonikidze N.V., Tyutyunnik V.L. Placentalnaya nedostatochnost' i infekciya / Rukovodstvo dlya vrachej. – M., 2004. – S. 494.

5. Makarov O.V., Kozlov P.V., Nasyrova D.V. Sindrom zaderzhki razvitiya ploda: sovremennye podhody k farmakoterapii. *Rossijskij vestnik akushera-ginekologa*. – 2003. – S. 18-22.

6. Sidel'nikova V.M. Privychnaya poterya beremennosti. – М.: Triada-H, 2002. – 304 s.

7. Tyutyunnik V.L. Hronicheskaya placentalnaya nedostatochnost' pri bakterial'noj i virusnoj infekcii (patogenez, diagnostika, profilaktika, lechenie): avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. – М., 2002. – S. 48.

### **About authors**

Tereshonok E.Yu. – Postgraduate, Department of Biology, Bryansk State University named after academician I.G. Petrovsky, e-mail: *katerina.tereshyonok@yandex.ru*

Nozdracheva E.V – PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *nozdracheva@mail.ru*

УДК 613.5:614.72]:373

## АНАЛИЗ САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА ШКОЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Ю.К. Токарева, Е.В. Немцова

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В статье представлены результаты изучения санитарно-микробиологического состояния воздуха школьных помещений. Комплексное исследование с использованием микробиологических методов проводилось в одной из гимназий г. Брянска с целью изучения динамики состояния воздушной среды в школьных кабинетах в течение учебного дня. В ходе исследования нами было обнаружено значительное увеличение общего микробного числа и видового разнообразия микробиоценозов воздушной среды в некоторых учебных помещениях после окончания занятий в условиях недостаточного применения санитарно-гигиенических норм и правил. Полученные результаты исследования указали на необходимость контролировать санитарно-эпидемиологическое состояние воздуха учебного учреждения, а также проводить беседы с детьми, с сотрудниками и техническим персоналом школы, что позволит повысить их уровень санитарной культуры.

**Ключевые слова:** воздух закрытых помещений, микроклимат, микрофлора, микробиологическая оценка, посев, общее микробное число, микробиологическое загрязнение, бактерии.

**Введение.** Воздушная среда содержит множество различных групп микроорганизмов. Воздух способствует распространению микроорганизмов на значительные расстояния. Однако, жизнеспособность микроорганизмов, обитающих в воздушной среде, сохраняется непродолжительное время, что связано с воздействием на них определенных факторов. От ряда условий также зависит и количество микроорганизмов в воздушной среде, которое может изменяться в значительных пределах [2].

Состояние здоровья учащихся учебных заведений зависит от многих эндогенных и экзогенных факторов [4]. Воздушная среда играет особое значение в формировании здоровья и иммунитета детей. Заболеваемость учащихся воздушно-капельными инфекциями напрямую связана с характером микрофлоры воздушной среды [4]. Состояние здоровья школьника во многом зависит от качества окружающего воздуха, поэтому анализ микробиологического состояния воздуха является одним из этапов профилактических мероприятий.

Актуальность и научно-практическое значение данной работы заключается в том, что исследование проб воздуха школьных помещений является важным диагностическим звеном выявления уровня санитарной культуры учащихся, сотрудников и технического персонала учебного учреждения как одного из элементов повышения уровня санитарной культуры.

**Цель данной работы** – выявить качественные и количественные изменения микрофлоры воздуха в различных школьных помещениях, а также провести оценку выполнения санитарно-эпидемиологических требований к условиям и организации обучения в общеобразовательном учреждении.

**Материалы и методы исследования.** Весной 2024 года на базе МБОУ «Гимназия №4» г. Брянска нами проводился анализ санитарно-микробиологического состояния воздуха школьных помещений. В данном общеобразовательном учреждении нами было проведено взятие проб воздуха в помещениях. Исследования, а также учет полученных результатов проводили в лаборатории ИННО-центра биотехнологии и экологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского. Нами изучалось санитарно-микробиологическое состояние воздуха школьных помещений путем определения ОМЧ (общего микробного числа) – количества микроорганизмов в м<sup>3</sup> воздуха.

До начала отбора проб воздуха были определены школьные помещения и кабинеты учебного учреждения, в которых позже проводились исследования. Накануне исследования

были приготовлены чашки Петри со стерильными питательными средами. Отбор проб воздуха выполняли методом седиментации – осаждения клеток микроорганизмов под действием гравитационных сил. Культивирование, подсчет выросших колоний микроорганизмов (КОЕ – колониеобразующие единицы), а также их идентификация до рода и вида проводились стандартными методами. Количественный расчет микроорганизмов в воздухе производили путем подсчета выросших колоний бактерий по правилу В.Л. Омелянского (за 5 мин на поверхности питательной среды площадью 100 см<sup>2</sup> оседает столько микроорганизмов, сколько их содержится в 10 л воздуха). Статистическую обработку проводили с помощью программы Microsoft Excel 2010.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследования было установлено, что после окончания учебных занятий в условиях недостаточного проветривания закрытых школьных помещений прослеживалось значительное увеличение общего микробного числа и видового разнообразия микроорганизмов, обитающих в воздушной среде.

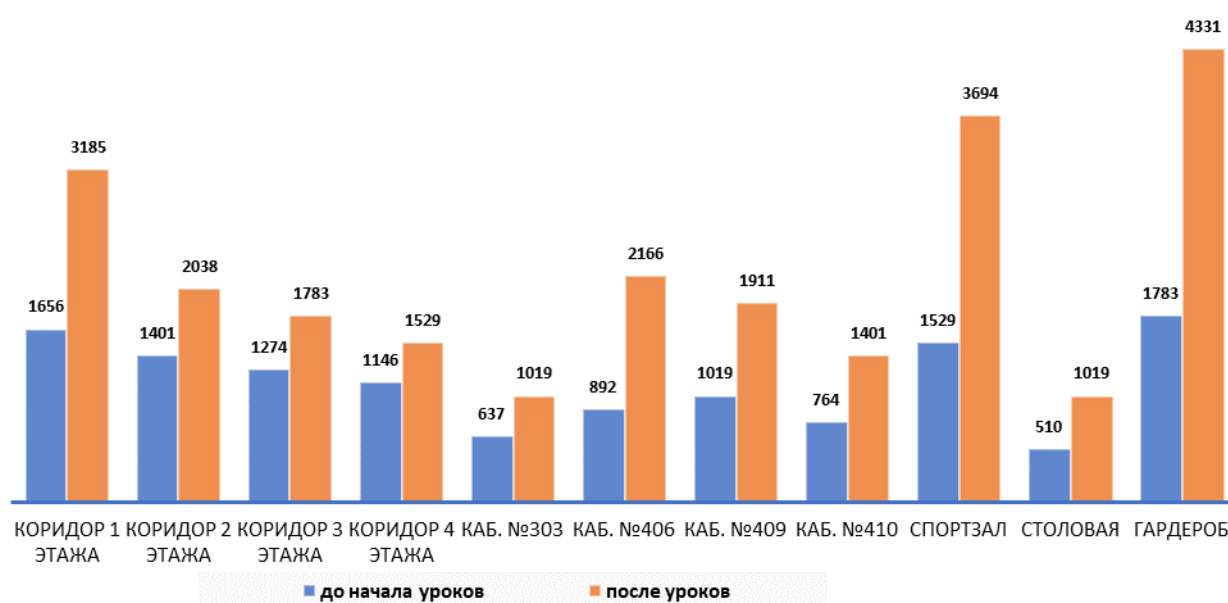


Рис. 1. Первичное исследование проб воздуха перед началом и после окончания учебных занятий (ОМЧ в КОЕ/м<sup>3</sup> воздуха)

Результаты первичного исследования проб воздуха перед началом и после окончания учебных занятий отражены в диаграмме (рис. 1). Санитарно-микробиологическое состояние воздуха перед началом учебных занятий в ходе первичного исследования соответствовало нормальным значениям. При повторном исследовании санитарно-микробиологического состояния воздуха после завершения учебного дня было выявлено микробное загрязнение воздуха в коридоре первого этажа, в гардеробе и спортзале. При оценке результатов данной работы использовались международные нормативы, так как воздух для помещений образовательных учреждений, для общественного транспорта, а также для улиц в России не нормируется. Согласно международным нормам, воздух, содержащий более 2000 микроорганизмов в м<sup>3</sup>, является очень загрязненным [4]. ОМЧ воздуха после завершения учебных занятий в коридоре первого этажа, спортзале и гардеробе составили 3185, 3694, 4331 КОЕ/м<sup>3</sup> соответственно.

Исходя из результатов, представленных выше, можно проследить следующую зависимость: высокий уровень микробного загрязнения воздуха напрямую связан с интенсивностью движения людей в данных школьных помещениях, что способствует усилению циркуляции пыли. Следует помнить, что за один день через коридор первого этажа



и гардероб проходят 1146 учеников, не считая сотрудников и технического персонала гимназии.

В ходе первичного исследования проводился качественный анализ санитарного состояния воздуха, при котором были выявлены санитарно-показательные микроорганизмы: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus aureus*. Количество выявленных санитарно-показательных микроорганизмов рода стафилококков в посевах воздуха школьных помещений перед началом и после окончания учебных занятий при первичном исследовании отражены в диаграмме (рис. 2).

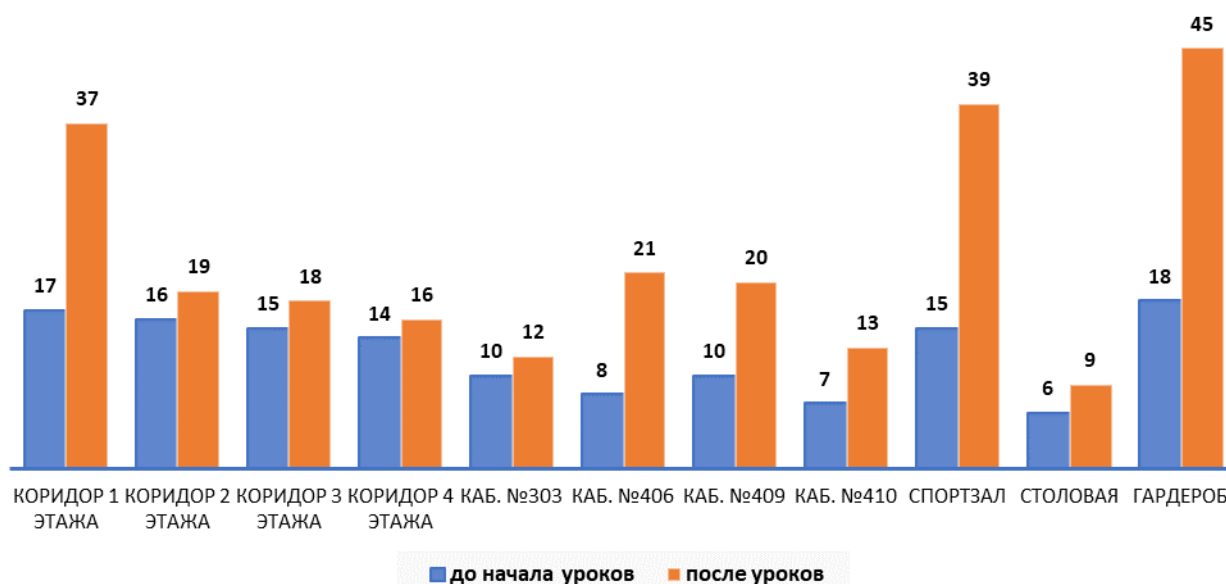


Рис. 2. Количество выявленных санитарно-показательных микроорганизмов рода *Staphylococcus* в посевах воздуха школьных помещений перед началом и после окончания учебных занятий при первичном исследовании (КOE/м³ воздуха)

При первичном исследовании перед началом учебного дня количество выявленных санитарно-показательных микроорганизмов рода *Staphylococcus* находилось в допустимом диапазоне нормальных значений не более 36 КОЕ в 1 м³ [5]. При проведении посева проб воздуха после окончания учебных занятий было обнаружено резкое увеличение количества санитарно-показательных микроорганизмов практически во всех исследуемых кабинетах гимназии. Исходя из данных диаграммы (рис. 2) видно, что в коридоре первого этажа выявлено 37, в спортзале – 39, в гардеробе – 45 КОЕ санитарно-показательных микроорганизмов в 1 м³. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в данном учебном учреждении недостаточно соблюдаются санитарно-гигиенические нормы и правила.

Качественный анализ санитарного состояния воздуха помещений гимназии показал наличие представителей рода стафилококков таких как: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus aureus*. На диаграмме, представленной ниже (рис. 3) показано соотношение выявленных микроорганизмов рода стафилококков в посевах воздуха в ходе первичного исследования.

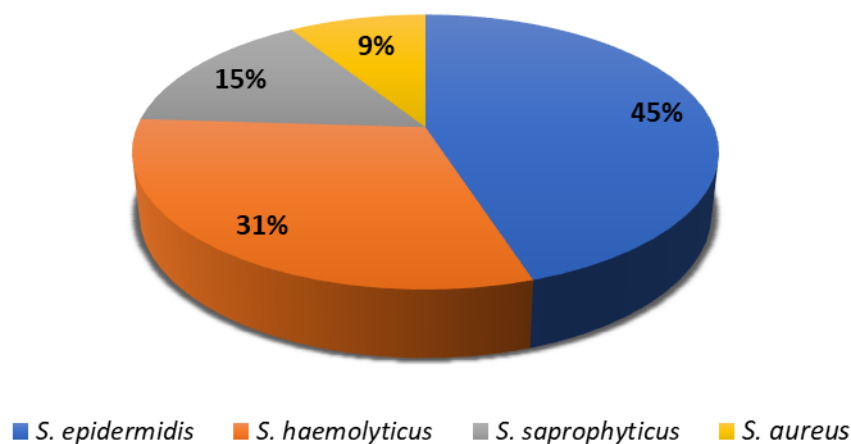


Рис. 3. Соотношение выявленных санитарно-показательных микроорганизмов рода *Staphylococcus* в посевах воздуха при первичном исследовании

Чаще всего среди представителей рода стафилококков встречался *Staphylococcus epidermidis*, на долю данного возбудителя приходилось 45% от общего числа санитарно-показательных микроорганизмов (рис. 3).

Проведенные нами исследования показывают, что количество микроорганизмов значительно возросло в воздухе закрытых помещений в конце учебного дня под действием определенных факторов. Один из таких факторов – это нахождение большого количества людей в закрытом помещении одновременно. В таком случае прослеживается тенденция увеличения уровня общего микробного числа в посевах воздуха.

Для снижения уровня бактериальной обсемененности необходимо проводить мероприятия, направленные на улучшение качества среды (контроль за естественной и принудительной вентиляцией помещений, установка терморегуляторов на батареи отопления и др.) [3]. Учитывая зарубежный опыт, рекомендуется использовать во время занятий увлажнители (особенно в период отопительного сезона) [2].

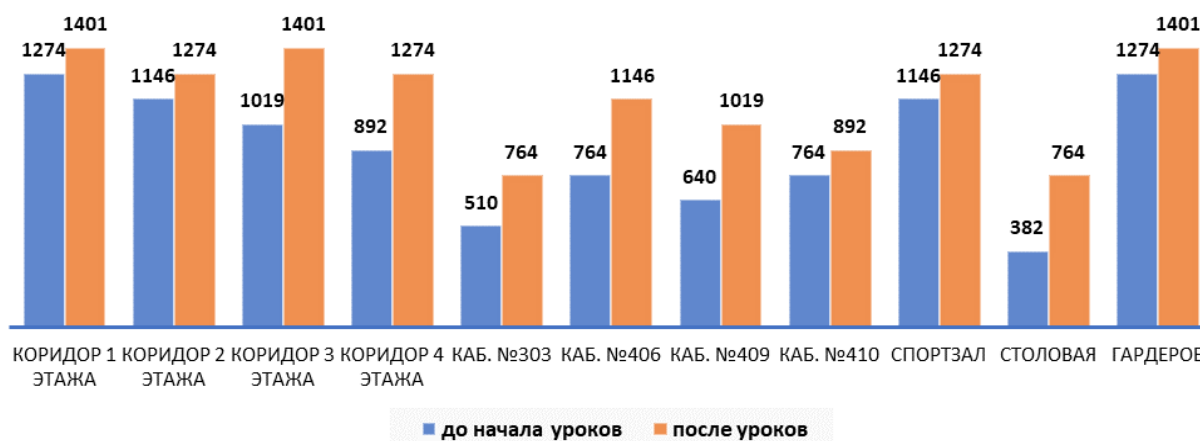


Рис. 4. Повторное исследование проб воздуха перед началом и после окончания учебных занятий (ОМЧ в 1 м<sup>3</sup> воздуха)

С целью улучшения санитарно-микробиологического состояния воздуха в школе нами были разработаны и проведены профилактические мероприятия. Программа мероприятий включала проведение беседы со школьниками о соблюдении санитарного режима, регулярные проветривания помещений, применение дезинфицирующих средств для уборки (хлорамин, гипохлорит) и автоматических стерилизаторов воздуха. После реализации

программы, направленной на улучшение санитарно-микробиологического состояния воздуха, проводился повторный забор проб воздуха школьных помещений, в результате которых были получены результаты, представленные на рис. 4-5.

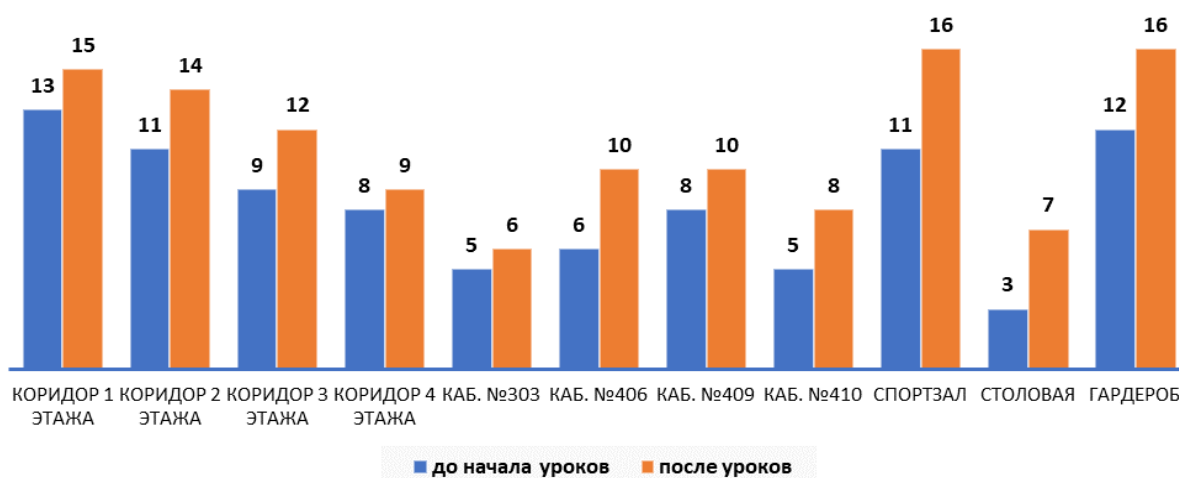


Рис. 5. Количество выявленных санитарно-показательных стафилококков в посевах воздуха школьных помещений перед началом и после окончания учебных занятий при повторном исследовании

На рис. 4-5 показано стойкое снижение общего числа микроорганизмов в воздухе, а также снижение количества выявленных санитарно-показательных стафилококков в посевах воздуха после проведения санитарно-гигиенических мероприятий. Содержание микроорганизмов в воздухе учебных кабинетов гимназии значительно снизилось, что свидетельствует об эффективности разработанной нами программы.

#### Выводы:

1. При первичном исследовании до начала учебных занятий санитарно-микробиологическое состояние воздуха помещений МБОУ «Гимназия №4» г. Брянска оценивалось в пределах нормальных значений, что связано с проведением заключительной уборки техническим персоналом и отсутствием школьников в учебном учреждении в течение длительного времени перед началом нового учебного дня.

2. Уровень микробной загрязненности воздуха после окончания учебных занятий при первичном исследовании превышал нормативы, что связано с нахождением большого числа людей в закрытых школьных помещениях в течение 6-8 часов.

3. Выявление в посевах воздуха опасных в эпидемиологическом плане микроорганизмов свидетельствовало о недостаточном соблюдении санитарно-эпидемиологических норм и правил сотрудниками учебного учреждения во время учебного процесса.

4. В посевах воздуха МБОУ «Гимназия №4» г. Брянска обнаружены санитарно-показательные микроорганизмы рода стафилококков: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus aureus*. При этом их количество в воздухе школьных помещений в конце учебного дня превышало нормативы.

5. Воздух закрытых школьных помещений содержал микроорганизмы, уровень которых значительно увеличивался в конце учебного дня. Наблюдалась тенденция к возрастанию уровня общего микробного числа в посевах воздуха и появлению опасных в эпидемиологическом плане санитарно-показательных микроорганизмов рода стафилококков.

6. Проведение санитарно-профилактических мероприятий, включая беседу с учениками, сотрудниками и техническим персоналом МБОУ «Гимназия №4» г. Брянска, позволило повысить уровень их санитарной культуры. Повторное исследование показало,

что уровень микробной загрязненности МБОУ «Гимназия №4» г. Брянска соответствовал санитарно-эпидемиологическим нормам.

7. Проведение санитарно-эпидемиологических мероприятий (проветривания, стерилизаторы воздуха, влажные уборки с антисептиками) сотрудниками и техническим персоналом учебного учреждения в ходе учебного процесса способствовало снижению количества пыли и бактерий в воздухе.

#### Список литературы

1. Commission of European Communities: Biological Particles in Indoor Environments, European Collaborative Action – Indoor Air Quality and its Impact on Man, Report No 12, СЕС, Luxembourg, 1993.
2. Kembel S.W., Meadow J.F., O'Connor T.K. et al. Architectural design drives the biogeography of indoor bacterial communities. – PLoS One. – 2014. – №9 (1). – p. 87-93.
3. Горбаткова Е.Ю. Гигиеническая оценка условий обучения (на примере высших учебных заведений Уфы) // Гигиена и санитария. – 2020. – Т.99. – №4.
4. Исаева Г.Ш., Зиятдинов В.Б., Габидуллина С.Н. Гигиенический и микробиологический мониторинг воздушной среды в начальной школе // Здравоохранение Российской Федерации. – 2016. – №60 (2). – с. 83-88. – DOI 10.18821/0044-197X-2016-60-2-83-88.
5. СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». – М.; 2020.

#### Сведения об авторах

Токарева Юлия Константиновна – магистрант кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [iulia.iulina2015@yandex.ru](mailto:iulia.iulina2015@yandex.ru).

Немцова Елена Валентиновна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [elenanemtz@mail.ru](mailto:elenanemtz@mail.ru).

## ANALYSIS OF THE SANITARY-MICROBIOLOGICAL STATE OF AIR IN SCHOOL PREMISES

**Yu.K. Tokareva, E.V. Nemtsova**

Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky

The article presents the results of research on the study of the sanitary and microbiological state of the air in school premises. A comprehensive study using microbiological methods was conducted in one of the Bryansk gymnasiums to study the dynamics of the air environment in school classrooms during the school day. During the study, we found a significant increase in the total microbial count and the emergence of species diversity of air microbiocenoses in some classrooms after the end of classes in conditions of insufficient application of sanitary and hygienic norms and rules. The obtained results of the study indicated the need to monitor the sanitary and epidemiological state of the air in the educational institution, as well as conduct conversations with children, employees and technical personnel of the school, which will improve their level of sanitary culture.

**Keywords:** *indoor air, microclimate, microflora, microbiological assessment, culture, total microbial count, microbiological contamination, bacteria.*

### References

1. Commission of European Communities: Biological Particles in Indoor Environments, European Collaborative Action – Indoor Air Quality and its Impact on Man, Report No 12, CEC, Luxembourg, 1993.
2. Kembel S.W., Meadow J.F., O'Connor T.K. et al. Architectural design drives the biogeography of indoor bacterial communities. – PLoS One. – 2014. – №9 (1). – r. 87-93.
3. Gorbatkova E.YU. Gigienicheskaya ocenka uslovij obucheniya (na primere vysshih uchebnyh zavedenij Ufy) // Gigiena i sanitariya. – 2020. – T.99. – №4.
4. Isaeva G.SH., Ziatdinov V.B., Gabidullina S.N. Gigienicheskij i mikrobiologicheskij monitoring vozduшной среды v nachal'noj shkole // Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. – 2016. – №60 (2). – s. 83-88. – DOI [10.18821/0044-197H-2016-60-2-83-88](https://doi.org/10.18821/0044-197H-2016-60-2-83-88).
5. SanPiN 2.4.3648-20 «Санитарно-эpidемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». – М.; 2020.

### About authors

Tokareva Yu.K. – master's student of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [iulia.iulina2015@yandex.ru](mailto:iulia.iulina2015@yandex.ru).

Nemtsova E.V. – Ph.D. of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky, e-mail: [elenanemz@mail.ru](mailto:elenanemz@mail.ru).

УДК 581.5

## О СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГОВ НА КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКАХ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ СУДОСТЬ

И.А. Школин

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В статье представлены результаты флористико-геоботанического обследования верхнего течения р. Судость в пределах Жирятинского муниципального района Брянской области, выполненного в рамках мониторинга краснокнижных видов растений по заданию департамента природных ресурсов и экологии Брянской области. Отмечены ценопопуляции редких видов сосудистых растений и тенденции динамики их состояния в связи с изменением характера антропогенного использования территории.

**Ключевые слова:** редкие виды, мониторинг, ценопопуляция, антропогенное использование.

**Введение.** Река Судость – крупнейший правый трансграничный приток реки Десны протяженностью 208 км при площади водосборного бассейна 6200 км<sup>2</sup>. Растительность долины Судости неоднократно привлекала внимание исследователей и в последние десятилетия стала предметом для специального изучения [1]. Здесь существуют нуждающиеся в охране природные комплексы с участием редких видов растений, которые были обнаружены в разные годы. В первую очередь, это остепненные луга с участием более южных по происхождению лесостепных видов, сообщества на выходах карбонатных пород речных долин и пойменные травяные фитоценозы на торфяниках [1–3].

В 2024 г. в рамках мониторинга краснокнижных видов растений по заданию департамента природных ресурсов и экологии Брянской области выполнено флористико-геоботаническое обследование верхнего течения р. Судость в пределах Жирятинского муниципального района. Ранее, с 2004 г., для данной территории приводились находки редких видов сосудистых растений [1–3], однако актуальных сведений о состоянии их ценопопуляций не было. В настоящей статье приводятся сведения о результатах флористико-геоботанических наблюдений на данной территории.

**Природные условия района исследования.** Территория исследования представлена пологоволнистой равниной с преобладающими высотами 100-200 м. В верхнем и среднем течении долина реки Судость разделяет правобережную возвышенную равнину, сложенную лессовидными суглинками и левобережную, Судость-Деснянскую моренно-зандровую равнину, сложенную флювиогляциальными суглинками и супесями [9].

Для района исследования характерны пойменные дерновые (песчаные, супесчаные, легкосуглинистые), дерново-глеевые, иловато-торфяные и болотные почвы [10].

Климат в районе исследования умеренно-континентальный. Данный тип характеризуется теплым летом и умеренно холодной зимой. Среднегодовая температура 4,7° – 5,1° С; среднемесячная температура самого холодного месяца (января) –8,8° – –8,2° С; самого теплого месяца (июля) 18,0° – 18,2° С. Среднегодовое количество осадков – 580-610 мм. Продолжительность вегетационного периода – 140- 145 дней [11].

**Результаты исследования.** Как показало проведенное обследование, травяная растительность склонов долины р. Судость представляет собой сочетание остепненных лугов и антропогенно нарушенных сообществ. Наибольший интерес на данной территории представляют сохранившиеся небольшими фрагментами кальцефитно-рудеральные травяные сообщества на участках с обнажениями карбонатных пород (асс. *Thymo ovati-Poetum compressae* Semenishchenkov 2006). В этом регионе такие сообщества изредка встречаются по крутым смываемым карбонатным склонам балок в пределах ландшафтов ополей, в долине Десны и ее притоков. В ряде случаев возникают на месте вскрытых мелов на склонах. Нами такие фитоценозы отмечены в 1 км северо-восточнее п. Жирятино.

Именно в таких сообществах ранее были обнаружены ценопопуляции редких видов растений (в скобках приведены категории охраны по Красной книге Брянской области [2] или «мониторинговому списку» к ней (М)).

*Aster amellus* L. (3) (рис. 1) – евро-западносибирский субконтинентальный лесостепной и степной вид; в Брянской области произрастает на склонах балок с меловыми обнажениями, остепненных лугах, опушках сухих дубовых и сосновых лесов, полянах [2]. В долине Судости редок [1, 2]. 18.09.2004 астра была впервые обнаружена Ю. А. Семенищенковым на участке склона с обнажениями мела [BRSU]. Как показало наше обследование, данный склон полностью зарос травяной растительностью, меловые обнажения исчезли. Однако численность астры итальянской существенно возросла. Нами отмечены более 80 растений в фазе цветения с высокой жизненностью. Увеличение численности вида на склонах можно связать с отсутствием высокого травяного покрова, смыкание которого в будущем может привести к затенению и выпадению астры из травостоя.

*Anthericum ramosum* L. (М) – европейский лесостепной вид. Произрастает в области на выходах мела по открытым остепненным, реже луговым склонам, в светлых лесах, среди кустарников. 31.07.2024 нами отмечены немногочисленные растения венечника ветвистого с низкой жизненностью в составе густого травостоя с преобладанием *Bromus inermis*. Встречены единичные плодоносящие экземпляры, размножение идет преимущественно вегетативным путем.

*Dianthus armeria* L. (1) – евро-азиатский вид, произрастающий в области в сообществах остепненных лугов на склонах на смытых суглинках, подстилаемых карбонатными породами; у выходов мела на поверхность [2]. 20.07.2005 г. 4 цветущих и плодоносящих растений были обнаружены в верхней части коренного склона долины в 1 км северо-восточнее пос. Жирятино. Позднее, 28.07.2012 г., проводилось повторное обследование местонахождения, при котором было найдено единственное отцветшее растение, скрытое в травостое [5]. 31.07.2024 на данном участке обнаружить *Dianthus armeria* нам не удалось. Здесь произошло практически полное смыкание травостоя с доминированием *Bromus inermis* и *Agrimonia eupatoria*, что делает невозможным сохранение светолюбивой гвоздики армериевидной.

*Gentiana cruciata* L. (2) – евро-западноазиатский лесостепной вид, распространенный в Брянской области на склонах балок и речных долин в сообществах остепненных лугов, на остепненных опушках широколиственных лесов. 20.06.2009 г. 5 растений были обнаружены Ю. А. Семенищенковым на коренном склоне долины реки Судость южнее с. Колычево [2; BRSU]. 31.07.2024 на данном участке вид обнаружить не удалось.

*Anemone sylvestris* L. (3) – евро-азиатский континентальный лугово-степной вид. Растет на остепненных лугах, эродированных склонах балок и речных долин с выходами карбонатных пород [4]. В районе исследования 29.05.2010 многочисленная ценопопуляция была обнаружена Ю. А. Семенищенковым [BRSU]. 31.07.2024 обнаружить растение не удалось.

*Cervaria rivinii* Gaertn. (М) (рис. 2) – европейский вид, произрастающий в Брянской области в светлых широколиственных лесах и по их опушкам, на склонах балок и речных долин, подстилаемым карбонатными породами. 7.06.2016 был найден Ю. А. Семенищенковым в небольшом количестве [BRSU]. 31.07.2024 обнаружена многочисленная ценопопуляция, состоящая из растений разных онтогенетических состояний, в том числе цветущих и плодоносящих.

*Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop. (М) (рис. 3) – европейский вид, произрастающий в Брянской области в светлых широколиственных лесах и по их опушкам, на склонах балок и речных долин, подстилаемым карбонатными породами. 20.07.2005 был обнаружен Ю.А. Семенищенковым [BRSU]. 31.07.2024 отмечены многочисленные растения в стадии плодоношения.





Рис. 1. *Aster amellus* L.



Рис. 2. *Cervaria rivinii* Gaertn.



Рис. 3. *Pyretrum corymbosum* (L.) Scop.



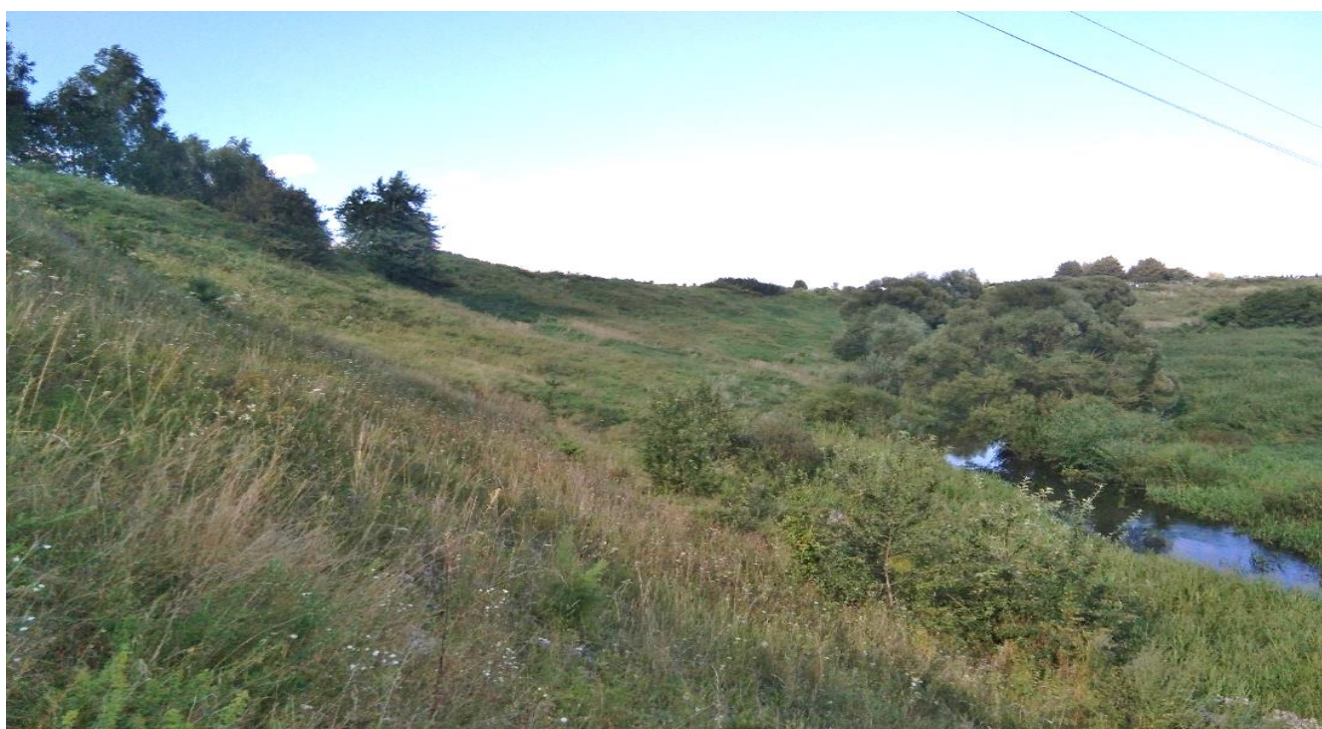
Рис. 4. *Mentha longifolia* L.



Как показало обследование, за последние 20 лет растительность склонов претерпела существенные изменения (рис. 5, а, б).



а



б

Рис. 5. Изучаемый участок долины р. Судость: а – в 2005 г. (фото: Ю.А. Семенищенков), б – в 2024 г., зарастание речной долины и меловых обнажений (фото: И.А. Школин). бурьянным разнотравьем и кустарниками.

Вплоть до начала 2000-х гг. эти территории использовались как пастбища при небольшом поголовье крупного рогатого скота, но в связи с его уменьшением и

отсутствием сенокосения на склонах сформировались бурьянные группировки с участием видов нарушенных местообитаний (*Cirsium arvense*, *Leonurus quinquelobata*, *Urtica dioica* и др.), а на участках, подвергаемых палам травы – монодоминантные сообщества с преобладанием длиннокорневищных многолетников (*Bromus inermis*, *Calamagrostis epigeios*). Это ведет к существенному обеднению флористического состава луговых сообществ и выпадению из травостоя уязвимых светлюбивых видов. Данные тенденции динамики общеизвестны для луговой растительности в долинах рек зоны широколиственных лесов [5–8]. На некоторых участках сформировались сообщества с участием низкорослых кустарников *Chamaecytisus ruthenicus*, и наблюдается вселение березы и осины.

Важную роль в деградации растительности склонов сыграло обмеление р. Судость в последние десятилетия; берега и пойма реки сильно закустарены в связи с отсутствием использования, берега мелиоративных каналов также зарастают и становятся непроходимыми. На больших пространствах распространены сообщества заболоченных заторфованных лугов с участием *Epilobium hirsutum* и *Filipendula ulmaria* (асс. ***Epilobio hirsuti-Filipenduletum*** Sougnez 1957 nom. inv.), а также существенно увеличились площади, занимаемые сообществами *Mentha longifolia* (рис. 4) (асс. ***Filipendulo ulmariae-Menthetum longifoliae*** Zlinská 1989) – данная ассоциация указана как редкая для Брянской области. В целом же эти пойменные луга представляют собой фазу постантропогенного восстановления с формированием гело-гигроморфной высокотравной травяной растительности и закустариванием.

Описанные на обследованном участке долины р. Судость природные комплексы могут стать объектом многолетнего мониторинга, который демонстрирует антропогенные изменения растительности на фоне общеклиматических изменений. В перспективе полное выявление биоразнообразия речной долины и рассмотрение вопроса о создании здесь памятника природы регионального значения для сохранения ценопопуляций редких видов растений и природных комплексов с их участием.

### Список литературы

1. Семенищенков Ю.А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. – 400 с.
2. Красная книга Брянской области / Ред. А.Д. Булохов, Н.Н. Панасенко, Ю.А. Семенищенков, Е.Ф. Ситникова. 2-е изд. – Брянск: РИО БГУ, 2016. – 432 с.
3. Зелёная книга Брянской области (растительные сообщества, нуждающиеся в охране) / Под ред. А.Д. Булохова. Брянск: ГУП «Брянское областное полиграфическое объединение», 2012. – 144 с.
4. Семенищенков Ю.А. *Dianthus armeria* L. (Caryophyllaceae) в Брянской области // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области. Материалы по ведению Красной книги Брянской области. – Вып. 7. – Брянск, 2012. – 180 с.
5. Ellenberg H. Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge University Press, 1988. – 731 p.
6. Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Формирование и деградация суходольных лугов под влиянием сенокосения и выпаса // Экология. – 1993. – № 4. – С. 3–12.
7. Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А., Панасенко Н.Н., Харин А.В., Ахромеев Л.М. Разнообразие и динамика травяной растительности поймы реки Десны. – Брянск: РИСО БГУ, 2021. – 240 с.
8. Горнов А.В., Ручинская Е.В., Евстигнеев О.И., Панасенко Н.Н. Памятник природы «Меловицкие склоны»: структура и динамика растительного покрова. – М.: Изд-во «Цифровичок», 2020. – 126 с.
9. Лобанов Г.В., Сабайда Е.А., Тришкин Б.В., Зверева А.Ю., Полякова А.В., Новикова М.А., Коханько М.В. Подходы к оценке потенциала малой гидроэнергетики (на примере

бассейна верхнего Днепра) // Вестник Брянского гос. ун-та. Сер.: Точные и естественные науки. – 2014. – №4. – С. 117–125.

10. Семенищенков Ю.А. Пойменные гигрофитные сообщества союза *Magnocaricion elatae* Koch 1926 в Брянской области // Вестник Брянского гос. ун-та. Сер.: Точные и естественные науки. – 2008. – № 4. – С. 177–180.

11. Природа и природные ресурсы Брянской области / Под ред. Л.М. Ахромеева. – Брянск, 2012. – 320 с.

### Сведения об авторе

Школин Илья Александрович – студент естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского», e-mail: [shkolin20040816@gmail.com](mailto:shkolin20040816@gmail.com).

## ON THE PRESERVING THE BIODIVERSITY OF STEPPED MEADOWS IN THE KEY AREAS OF THE UPPER SUDOST RIVER VALLEY

I.A. Shkolin

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The article presents the results of floristic and geobotanical survey of the upper reaches of the Sudost River within the Zhiryatinsky municipal district of Bryansk region, carried out as part of the monitoring of red-listed plant species under the assignment of the Department of Natural Resources and Ecology of the Bryansk region. The coenopopulations of rare vascular plant species and trends in the dynamics of their condition in connection with changes in the nature of anthropogenic use of the territory were noted.

**Keywords:** rare species, monitoring, cenopopulation, anthropogenic use.

### References

1. Semenishchenkov Yu.A. Fitotsenoticheskoe raznoobrazie Sudost'-Desnyanskogo mezhdurech'ya. – Bryansk: RIO BGU, 2009. – 400 s.
2. Krasnaya kniga Bryanskoï oblasti / Red. A.D. Bulokhov, N.N. Panasenko, Yu.A. Semenishchenkov, E.F. Sitnikova. 2-e izd. – Bryansk: RIO BGU, 2016. – 432 s.
3. Zelenaya kniga Bryanskoï oblasti (rastitel'nye soobshchestva, nuzhdayushchiesya v okhrane) / Pod red. A.D. Bulokhova. – Bryansk: GUP «Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob"edinenie», 2012. – 144 s.
4. Semenishchenkov Yu.A. *Dianthus armeria* L. (Caryophyllaceae) v Bryanskoï oblasti // Izucheniye i okhrana biologicheskogo raznoobraziya Bryanskoï oblasti. Materialy po vedeniyu Krasnoï knigi Bryanskoï oblasti. – Vyp. 7. – Bryansk, 2012. – 180 s.
5. Ellenberg H. Vegetation Ecology of Central Europe. – Cambridge University Press, 1988. – 731 p.
6. Gorchakovskii P.L., Abramchuk A.V. Formirovaniye i degradatsiya sukhodol'nykh lugov pod vliyaniem senokosheniya i vypasa // Ekologiya. – 1993. – № 4. – S. 3–12.
7. Bulokhov A.D., Semenishchenkov Yu.A., Panasenko N.N., Kharin A.V., Akhromeev L.M. Raznoobrazie i dinamika travyanoi rastitel'nosti poimy reki Desny. – Bryansk: RISO BGU, 2021. – 240 s.
8. Gornov A.V., Ruchinskaya E.V., Evstigneev O.I., Panasenko N.N. Pamyatnik prirody «Melovitskie sklony»: struktura i dinamika rastitel'nogo pokrova. – M.: Izd-vo «Tsifrovichok», 2020. – 126 s.
9. Lobanov G.V., Sabaida E.A., Trishkin B.V., Zvereva A.Yu., Polyakova A.V., Novikova M.A., Kokhan'ko M.V. Podkhody k otsenke potentsiala maloi gidroenergetiki (na primere basseina verkhnego Dnepra) // Vestnik Bryanskogo gos. un-ta. Ser.: Tochnye i estestvennyye nauki. – 2014. – №4. – S. 117–125.

10. Semenishchenkov Yu.A. Poimennye gigrofitnye soobshchestva soyuza *Magnocaricion elatae* Koch 1926 v Bryanskoi oblasti // Vestnik Bryanskogo gos. un-ta. Ser.: Tochnye i estestvennyye nauki. – 2008. – № 4. – S. 177–180.

11. Priroda i prirodnye resursy Bryanskoi oblasti / Pod red. L.M. Akhromeeva. – Bryansk, 2012. – 320 p.

#### **About author**

Shkolin I.A. – student of the Faculty of Natural Sciences of the Bryansk State University named after Academician I. G. Petrovsky, e-mail: [shkolin20040816@gmail.com](mailto:shkolin20040816@gmail.com).

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

УДК 911.3

**ДВОРЯНСКИЕ УСАДЬБЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ  
(К ПРОБЛЕМЕ СОХРАНЕНИЯ, ИЗУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ)****Д.В. Лазаренко, А.В. Городков**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»

В статье излагаются подходы к определению актуального статуса и перспектив использования парков и садово-парковых комплексов, входящих в состав бывших дворянских усадеб, являющихся объектами историко-культурного наследия. Приведены анализ действующего законодательства в сфере паспортизации парков, как объектов культурного наследия, планировочные схемы наиболее сохранившихся садово-парковых усадебных комплексов Брянской области.

**Ключевые слова:** дворянская усадьба, объект культурного наследия, усадебный комплекс, парк.

В рамках развития регионального усадебоведения особенно важным является установление статуса бывших усадеб в системе охраны природного и историко-культурного наследия. В этой связи отметим, что каждый усадебный объект должен обладать охранным статусом в зависимости от значимости, которая обычно совпадает с категориями охраны. Кроме этого, усадьба рассматривается и изучается в рамках типологической (памятник архитектуры, археологии, истории и т. п.) и планировочной и принадлежности. Некоторые усадебные территории входят в систему ООПТ и могут принадлежать к категориям памятников природы, экологических, археологических и дендрологических заказников (Хотылево, Любин Хутор, Великая Топаль, Фоевичи и др.). К сожалению, значительное число дворянских усадеб хоть и состоит на учете, но категории охраны по ним не определены. Более того, неизвестно и общее приблизительное число бывших на территории области усадеб.

В 1970-х гг. впервые было проведено историко-архитектурное исследование наиболее сохранившихся территорий усадеб. На основании этого было разработано 20 планировочных схем, в которые также были включены и утраченные объекты территорий (части парков, здания, водоемы и т.п.). Это явилось базовой основой для постановки этих усадеб на государственный учет и включения их в Свод памятников архитектуры и монументального искусства (1998). Выявленные архитектурно-планировочные закономерности обследованных усадебных парков в целом отражали практически весь спектр стилевого и планировочного разнообразия парковых ансамблей усадеб Брянской области. Отметим также, что на основании этих исследований появились и первые проекты реставрации усадебных парков в Овстуге (1970; 1981), Красном Поге (1982), Ревнах (1968), Великой Топали (1977) и др.

Дальнейшее изучение бывших дворянских усадеб, в основном, было связано с исследованиями исторической периодизации и эволюции, истории родов-владельцев, в основном, применительно к мемориальным усадьбам, связанным с жизнью выдающихся деятелей Российского государства в области культуры, искусства, военного и инженерного дела. Исследовательские материалы<sup>1</sup> были обобщены в двухтомной монографии «Дворянские усадьбы Брянского края» (2018).

---

<sup>1</sup>В монографии приводятся исторические, культурологические и архитектурно-планировочные сведения, рассматриваются хронология рода хозяев усадеб и ряд других фактов, позволивших с достаточной полнотой раскрыть синтетичность и многомерность усадебной культуры Брянского края. Описан ряд памятников архитектуры, ландшафтного и градостроительного искусства малых городов и отдельных усадеб. В издании представлено свыше 350 исторических и



Одним из результатов исследований стала и разнополярность усадеб Брянского края. В основном это усадьбы мелкопоместного дворянства, территориально располагавшиеся в северной части Малороссии (до 70%). Именно они составляли большинство и являли собой некий средний уровень развития усадебной культуры региона. К ним относятся усадьбы в Великой Топали, Солове, Понуровке, Радогощи, Фоевичах, Дохновичах, Гриневе, Селище, Удельных Утах, Уткине, Рековичах, Барыше, Речице и др. Ряд усадеб (Любин хутор, Ревны, Кивай, Речица) не являли собой высокий уровень архитектурных ансамблей, но в то же время были ценны в ландшафтно-планировочном отношении.

Интересны усадьбы и в историческом и общекультурном отношении. Для примера следует привести усадьбу Лишиных (с. Нивное Суражского района. В этой группе усадеб необходимо отметить и «литературную» усадьбу поэта XIX века И. Бороздны в Медведове, «художественно-музыкальную» усадьбу Масловых в Селище и др.

Особняком стоит усадьба первого министра просвещения России графа П.В. Завадовского в Ляличах, которая является памятником истории и культуры общероссийского масштаба. По уровню культурно-исторической и архитектурной ценности этот дворцово-парковый ансамбль входит в элитарную группу российских столичных усадеб XVIII века. Последние исторические изыскания Г.А. Пикиной, а также историко-архитектурные исследования усадьбы в 1970-х гг. архитектора В.Н. Городкова существенно дополняют ранее известные историко-архитектурные факты по работам Белобородова, Горностаева, Макаренко, Листовского и др. об этом уникальном комплексе. Выдающимся памятником архитектуры и ландшафтного искусства являлась усадьба Миклашевских в селе Понуровка, также связанная с именем Дж. Кваренги.

Важнейшим объектом усадебных комплексов являются усадебные парки, которые представляют собой важный пласт историко-культурного наследия региона, в значительной степени еще научно не освоенный. В период XX в., усадьбы утратили первоначальное назначение, а парки продолжали существовать и изменялись в большинстве своем значительно медленнее, чем усадебные постройки. Проблема сохранения парков в последние десятилетия значительно обострилась [2]. Это связано с несколькими значимыми обстоятельствами.

Парк отличается от любого архитектурного ансамбля, состоящего из построек (зданий и сооружений), тем, что в его состав входят весьма разные по своей природе элементы, предполагающие и значительно различающиеся подходы к их сохранению. Здесь не только мощная природная составляющая, являющаяся основой парка: ландшафт, растительный состав, – но и гидротехнические сооружения, представляющие собой сложные инженерные системы; строения, сооружения, малые архитектурные формы, монументальная скульптура. Лишь в небольшом количестве парков, состоящих под государственной охраной, гидрологические и архитектурные элементы учтены, в то время как растительное своеобразие практически не исследовано и не могло быть учтено. Отчасти это обусловлено длительным отсутствием учета ценных старовозрастных деревьев. Как следствие, отсутствие должного ухода за ними приводит к их утрате. Так, большая часть парков в 1960-1990-е гг. обновлялась посадками деревьев разных пород. При этом исторический древесный состав практически не соблюдался.

Действующее законодательство содержит важные нормы, регулирующие использование земельных участков, связанных с объектами культурного наследия. Это статья 3.1 «Территория объекта культурного наследия (ОКН). Границы территории ОКН» и статья 5.1 «Требования к осуществлению деятельности в границах территории объекта культурного наследия». Необходимо отметить, что данные статьи были внесены в закон недавно и вступили в силу с 22 января 2015 г., а предыдущие 13 лет существования

российского закона об объектах культурного наследия не было четко сформулированных норм, регулирующих деятельность в непосредственной близости от объектов культурного наследия. Территорией объекта культурного наследия согласно статье 3.1 «является территория, непосредственно занятая данным объектом культурного наследия и (или) связанная с ним исторически и функционально, являющаяся его неотъемлемой частью и установленная в соответствии с настоящей статьей».

В подпункте I.I. статьи 5.1 содержится очень важное требование в отношении использования территорий памятников или ансамблей: «запрещается строительство объектов капитального строительства и увеличение объемно-пространственных характеристик существующих на территории памятника или ансамбля объектов капитального строительства; проведение земляных, строительных, мелиоративных и иных работ, за исключением работ по сохранению объекта культурного наследия или отдельных его элементов, сохранению историко-градостроительной или природной среды объекта культурного наследия».

Однако применительно к паркам актуальность этой проблемы сохраняется. Во-первых, потому, что парк является не памятником, то есть единичным объектом, обладающим своим очевидным объемом, а ансамблем, то есть группой некоторых объектов, которые еще необходимо установить [2]. Во-вторых, парк не является объектом недвижимости, занимающим определенную площадь, в отличие от здания или размежеванного и учтенного земельного участка. Из статьи 3.1 следует, что границы парка (территории парка) как объекта культурного наследия должны быть утверждены актом соответствующего органа охраны объектов культурного наследия. До этого момента обязательства собственников или пользователей по соблюдению требований к осуществлению деятельности в границах территорий парков не возникают, то есть фактически статью 5.1 применить не к чему. Кроме того, историческая площадь парка в современной ситуации может быть разделена на несколько участков различного назначения, то есть с точки зрения кадастрового учета объектов недвижимости парк и вовсе может не существовать как единое целое.

Существуют в области и исторические парки, не являющиеся объектами культурного наследия, но расположенные в границах территорий усадеб. Примером могут быть парки в Трехбратском, Фоевичам, Душатине, Селище и др.

С точки зрения категорий историко-культурного значения усадебные территории и входящие в их состав парки на Брянщине распределились следующим образом: объектами культурного наследия федерального значения признаны лишь парк «Верхний сад» в г. Почепе, усадьба П.В. Завадовского (с парком) в селе Ляличи Суражского района, а также расположенные на территории Клинцовского района усадьба П.А. Румянцева-Задунайского в селе Великая Топаль и усадьба «Вьюнки» в городе Клинцы.

В число объектов регионального культурного наследия вошли усадебные парки в Брасовском (п. Локоть), Выгоничском (с. Кокино), Жуковском (с. Овстуг), Климовском (с. Лакомая Буда), Клинцовском (с. Великая Топаль), Стародубском (с. Понуровка и с. Солова) районах.

Стоит указать на важность продолжения работы по признанию сохранившихся садово-парковых комплексов дворянских усадеб выявленными объектами культурного наследия. Последняя группа означает, что данные объекты обладают историко-культурной ценностью и находятся под государственной охраной, однако в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации они не включены и категория историко-культурного значения им не присвоена, то есть фактически они еще не в полной мере оценены и документированы.

Здесь необходимо отметить, что работы по выявлению объектов, обладающих историко-культурной ценностью, проводились в области в 2000-х и в последующих годах. Результатом этой деятельности стало принятие под государственную охрану более двух тысяч выявленных объектов культурного наследия, однако парковых территорий в них не значится.

Для обеспечения государственной охраны усадебных парков в соответствии с действующим законодательством необходимо установление таких параметров объекта культурного наследия, как границы территории и предмет охраны. Кроме того, государственная охрана объекта культурного наследия включает в себя периодическую (раз в пять лет) фотофиксацию объекта и обследование его состояния. Сведения об установленных границах территории и предмете охраны вносятся в паспорт объекта культурного наследия, который является официально установленным источником информации об объекте, значимой при ведении хозяйственной деятельности на территории объекта культурного наследия и при проектировании работ по его сохранению.

Современный паспорт объекта культурного наследия является своеобразным преемником существовавшего еще в республиканском законодательстве об охране памятников паспорта памятника истории и культуры (недвижимого).

Паспортизация парков в Брянской области, проведенная госорганом по сохранению и охране историко-культурного наследия, в незначительном числе случаев позволила установить границы территории парков, предмет их охраны, сведения о зонах охраны.

Вопросы содержания и сохранения объектов культурного наследия регламентируются статьями 47.1-47.6 Федерального закона. Так, в пункте II статьи 47-б содержится норма, согласно которой обязанность обеспечивать сохранность объекта культурного наследия и поддерживать его в надлежащем состоянии возлагается на собственника и / или пользователя объектом.

В связи с этим требованием выявляется главная проблема сохранения усадебных территорий – проблема наличия пользователя или собственника.

В настоящее время парки области распределены по формам собственности, преимущественной из которых является муниципальная. Парков и садово-парковых комплексов в частной собственности не выявлено.

У большинства усадебных парков собственность не определена, то есть отсутствует субъект, несущий основную ответственность за содержание и сохранение объекта культурного наследия. Это значит, что парки фактически утрачивают целостность, отдельные земельные участки парка имеют иное назначение, чем парк, или территория брошена. То есть парки бесхозные и находятся под угрозой исчезновения.

В связи с вышеизложенным, можно констатировать:

1. Недостаточно общее количество изученных территорий бывших дворянских усадеб в Брянской области и значительное число не выявленных, в т.ч. и практически полностью уничтоженных. Это не позволяет в полной мере дать оценку историко-культурному потенциалу региона, а также создать наиболее полную базу данных объектов с подробными характеристиками и описаниями;

2. По значительному числу территорий, относящихся к ОКН, не разработаны мероприятия, предписанные действующим законодательством в области госохраны объектов культурного наследия (категории и предмет охраны, отсутствие кадастрового учета, границы территорий, паспортизация, вид собственности, периодический мониторинг, фотофиксация и др.);

3. Недостаточный уровень исследовательских работ в области изучения региональных особенностей дворянских усадеб в архитектурно-планировочном, ландшафтном, географическом, дендрологическом, семантическом, типологическом и других аспектах исследований.

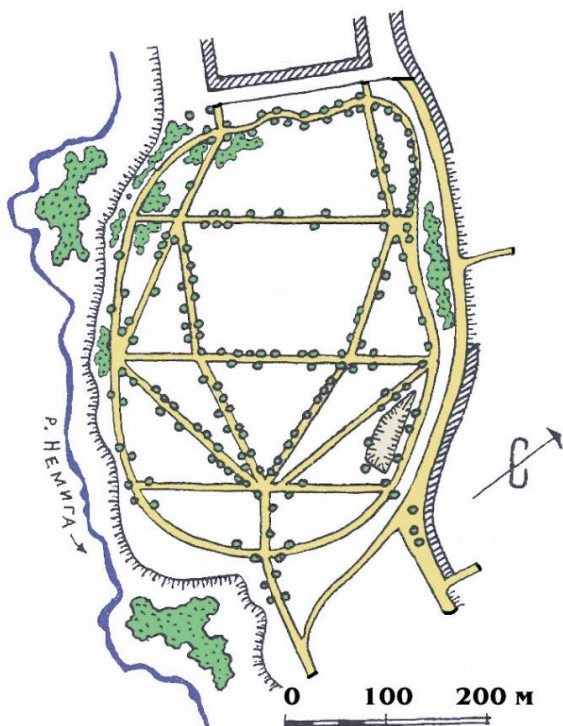
Эти обстоятельства диктуют необходимость и актуальность дальнейших исследований территорий, основные направления которых могут быть сформулированы следующим образом:

1. Провести натурные исследования и расширить список территорий, относящийся к ОКН с подготовкой документов к экспертным заключениям о возможности включения их в категорию вновь выявленных;

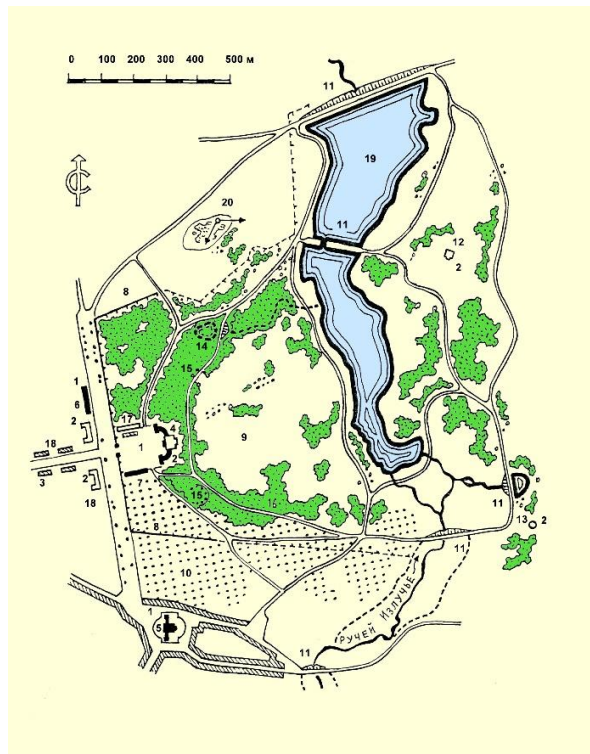
2. Выявить географические особенности размещения территорий ОКН и выявить структурно-функциональные особенности объектов ОКН;



2. Разработать типологическую, архитектурно-планировочную и ландшафтную классификацию территорий бывших дворянских усадеб региона;
3. Исследовать роль усадебных комплексов в преобразовании рельефа, растительных сообществ и гидрологических условий территорий;
4. Выработать общие рекомендации по современному использованию территорий усадебных комплексов.



А) «Верхний сад» (г. Почеп)



Б) «Ляличи. Усадьба Завадовского» (Суражский р-н)



В) усадебный парк села Понуровка (Стародубский р-н).

Рис. Планировочная организация объектов ландшафтной архитектуры: «Верхний сад» (г. Почеп), «Ляличи. Усадьба Завадовского» (Суражский р-н), усадебный парк села Понуровка (Стародубский р-н).

Графические реконструкции по материалам натуральных обмеров 1960-1978 гг. [4]

### Список литературы

1. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации от 25.06.2002 № 73-ФЗ.
2. Стовичек М.В. Усадебные парки Ярославской области: проблемы сохранения и использования // Русская усадьба. – №21 (37). – Спб – Москва. – С. 626-645.
3. Городков А.В. К истории краеведческих изданий об усадьбах Брянского края // Русская усадьба. – №29 (45). Спб-Москва. – С. 373-380.
4. Дворянские усадьбы Брянского края: из истории культурного наследия Брянщины: в 2-х т. Т. 1 / гл. ред.: А.В. Городков. – Брянск: Буквица, 2018. – 376 с.

### Сведения об авторах

Лазаренко Дмитрий Владимирович – аспирант Брянского инженерно-технологического университета, e-mail: [hotline32@mail.ru](mailto:hotline32@mail.ru).

Городков Александр Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Брянского инженерно-технологического университета, e-mail: [avg@online.debryansk.ru](mailto:avg@online.debryansk.ru).

## NOBLE ESTATES OF BRYANSK REGION (ON THE PROBLEM OF PRESERVATION, STUDY AND MODERN USE)

**D.V. Lazarenko, A.V. Gorodkov**

Bryansk State Engineering Technological University

The article outlines approaches to determining the current status and prospects for the use of parks and garden complexes that are part of former noble estates that are objects of historical and cultural heritage. The analysis of the current legislation in the field of certification of parks as objects of cultural heritage, planning schemes of the best preserved garden and park estate complexes of the Bryansk region are presented.

**Keywords:** *Noble estate, cultural heritage site, estate complex, park.*

### References

1. Federal Law "On Cultural Heritage Sites (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation" dated June 25, 2002, No. 73-FZ.
2. Stovichek M.V. Manor Parks of the Yaroslavl Region: Problems of Preservation and Use // Russian Estate. - No. 21 (37). – St. Petersburg - Moscow. – P. 626-645.
3. Gorodkov A.V. On the History of Local History Publications on the Estates of the Bryansk Region // Russian Estate. – No. 29 (45). – St. Petersburg-Moscow. – P. 373-380.
4. Noble Estates of the Bryansk Region: From the History of the Cultural Heritage of the Bryansk Region: in 2 volumes. Vol. 1 / ed.-in-chief: A.V. Gorodkov. – Bryansk: Bukitsa, 2018. – 376 p.

### About authors

Lazarenko D.V. – Postgraduate Student of the Bryansk Engineering and Technological University, e-mail: [hotline32@mail.ru](mailto:hotline32@mail.ru).

Gorodkov A.V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bryansk Engineering and Technological University, e-mail: [avg@online.debryansk.ru](mailto:avg@online.debryansk.ru).

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 54.057+535.37

**АП-КОНВЕРСИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ  $MeF_2-ErF_3$  (ГДЕ  $Me-Ca, Sr$ ) ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ИЗЛУЧЕНИЕМ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 802 НМ****А.А. Березовская, С.К. Лебенкова, Л.Д. Мильшина, С.В. Кузнецов**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В работе исследованы ап-конверсионные свойства в кристаллах щелочноземельных фторидов  $MeF_2-ErF_3$  (где  $Me- Ca, Sr$ ) при комнатной температуре и температуре жидкого азота. Для исследуемых образцов были определены координаты цветности.

*Ключевые слова:* ап-конверсионная люминесценция, фториды щелочноземельных элементов, лазерное возбуждение.

Ионы эрбия используются в качестве лазерных активаторов с середины шестидесятих годов прошлого века [2] и зарекомендовали себя как один из наиболее эффективных типов примесных ионов для генерации лазерного излучения в ближнем и среднем инфракрасном диапазоне. Наиболее часто используемыми матрицами для ионов  $Er^{3+}$  являются фосфатные стекла и оптические волокна на их основе. Однако по термооптическим и механическим показателям данные стекла значительно уступают кристаллическим матрицам, вследствие чего оптимизация энергетических процессов для данного типа активных сред является важной и актуальной задачей в лазерной физике.

Фториды щелочно-земельных элементов (ЩЗЭ) обладают уникальными физическими свойствами, благодаря которым можно наблюдать явление ап-конверсии, это связано с их низкой энергией фотонов -  $SrF_2$  ( $366\text{ см}^{-1}$ ) и  $CaF_2$  ( $456\text{ см}^{-1}$ ). Такая физическая характеристика матрицы, как энергия фотонов, отвечает за степень рассеивания падающей энергии в виде теплового излучения и позволяет минимизировать безызлучательные процессы, за счет которых теряется энергия [1].

Данное исследование посвящено изучению ап-конверсионных свойств в кристаллах щелочноземельных фторидов  $MeF_2-Er$  при возбуждении ионов  $Er^{3+}$  излучением с длиной волны 802 нм при комнатной температуре и температуре жидкого азота.

**Методика эксперимента.** Для исследования ап-конверсионной люминесценции использовался прибор-спектрофлуориметр «Флуорат-02-Панорама», включающий волоконно-оптическую приставку «Лягушка» с комплектом ВОЛС-Рб-Эксклюзив для измерения люминесценции твердых и сыпучих образцов вне кюветного отделения.

Настройка измерения: чувствительность ФЭУ средняя, усреднение 0.5, шаг 1.

Возбуждение ап-конверсионной люминесценции осуществляли с помощью полупроводникового лазера с длиной волны 802 нм. Для регулировки мощности лазера использовали источник питания QJ3003P.

Предварительно синтезированные образцы спрессовывались при усилении 10 т. Толщина слоя таблетки составляла 1-2 мм.

Регистрация спектров осуществлялась в программе «Panorama», а обработка результатов измерений в программе «Origin».

**Результаты исследования.** В спектрах порошков  $MeF_2-ErF_3$  (где  $Me- Ca, Sr$ ) в диапазоне от 180 до 790 нм при возбуждении излучением с длиной волны 802 нм при комнатной температуре наблюдается характерная для  $Er^{3+}$  полоса люминесценции, находящаяся в диапазоне 660нм ( ${}^4F_{9/2}-{}^4I_{15/2}$ ), соответствующего красной области спектра (рис.1).

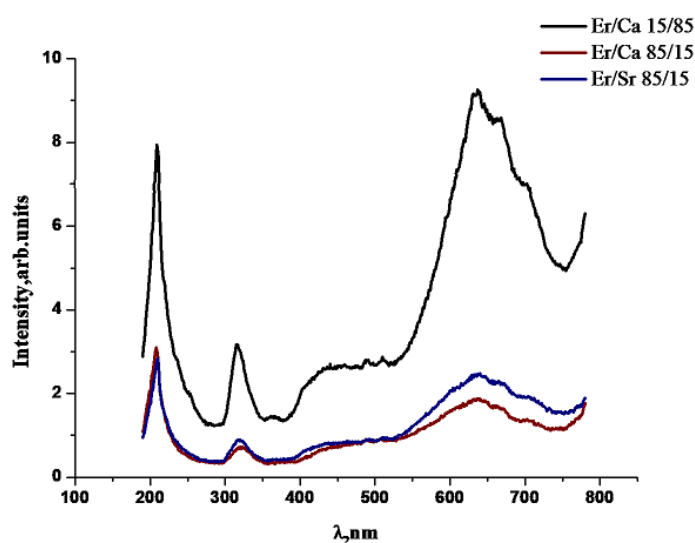


Рис.1. Спектр люминесценции образцов 85%ErF<sub>3</sub> x 15% MeF<sub>2</sub> (где Me-Ca, Sr) и 15%ErF<sub>3</sub> x 85% MeF<sub>2</sub> (где Me-Ca) при мощности лазера 1,44 Вт

Сравнивая значения относительных интенсивностей образцов на рис.1, можно заметить, что интенсивность люминесценции, соответствующая красной области ( $^4F_{9/2}$ - $^4I_{15/2}$ ) спектра выше у образца ErF<sub>3</sub>/CaF<sub>2</sub> 15%/85% примерно в 4 раза по сравнению с образцом ErF<sub>3</sub>/CaF<sub>2</sub> 85%/15%. Процесс ап-конверсии ускоряется с повышением концентрации ионов Er<sup>3+</sup>. Однако интенсивность люминесценции в видимом диапазоне с увеличением степени легирования матрицы значительно уменьшается, т.к. безызлучательная релаксация с верхних уровней превышает скорость их заселения в результате ап-конверсии.

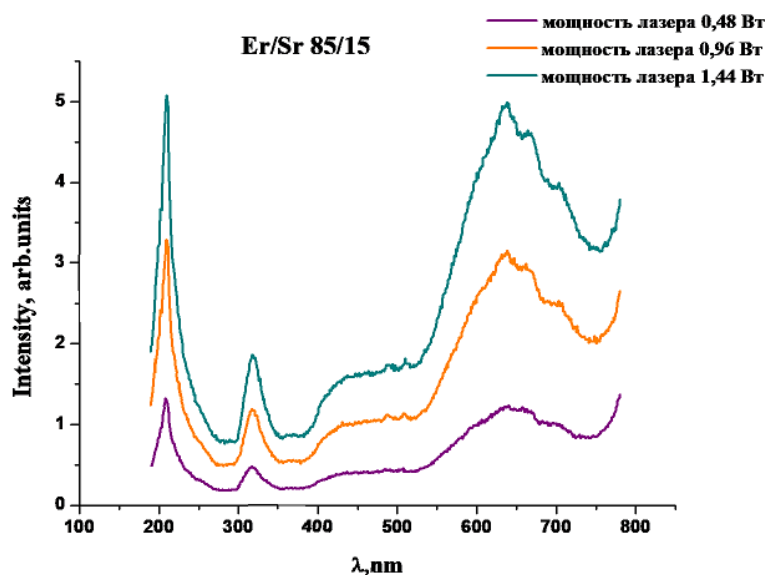


Рис.2. Спектр люминесценции ErF<sub>3</sub>/SrF<sub>2</sub> 85%/15% при мощности лазера 0,48 Вт, 0,96 Вт и 1,44 Вт

На примере спектра люминесценции образца ErF<sub>3</sub>/SrF<sub>2</sub> 85%/15% (рис. 2) заметна четко выраженная зависимость интенсивности излучения от мощности лазера. Отмечается, что интенсивность излучения возрастает с увеличением мощности.



Рис.3. Спектр люминесценции  $\text{ErF}_3/\text{CaF}_2$  85%/15% при мощности лазера 1,44 Вт, при охлаждении образца жидким азотом

На рис.3 заметно, что при охлаждении образца жидким азотом, интенсивность излучения возрастает. Данное явление объясняется тем, что тепловые колебания матрицы рассеивают энергию, получаемую акцептором, с понижением температуры частота колебаний уменьшается, что приводит к увеличению доли фотонов, участвующих в возбуждении электронных переходов, вследствие чего интенсивность излучения увеличивается.

Для серии образцов были определены координаты цветности на основании стандарта CIE 31 с предварительной калибровкой установки по стандартному источнику излучения. В таблице 1 представлены координаты цветности. На рис. 4 представлена диаграмма цветности по стандарту CIE 31 для твердых растворов при мощности возбуждающего излучения 1,44Вт. Поскольку координаты цветности не отражают интенсивность излучения, а определяют только соотношение пиков, то все измеренные образцы относятся к области теплого белого цвета.

Таблица 1

Координаты цветности твердых растворов

Состав моль, %	X	Y
$\text{ErF}_3\text{-SrF}_2$ 85-15	0,4793	0,3274
$\text{ErF}_3\text{-CaF}_2$ 15-85	0,4927	0,3179
$\text{ErF}_3\text{-CaF}_2$ 85-15	0,4618	0,3264

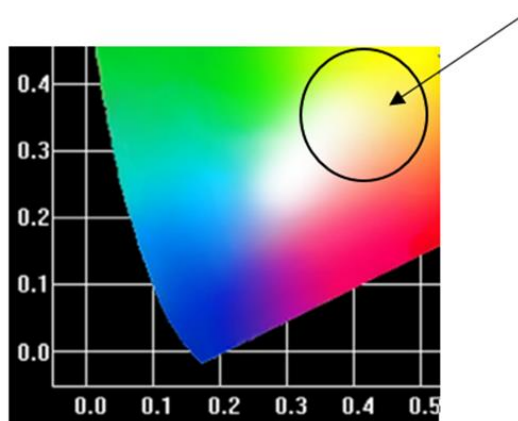


Рис.4. Координаты цветности CIE

**Выводы:**

1. Проведено измерение интенсивности люминесценции образцов 85%ErF<sub>3</sub> x 15% MeF<sub>2</sub>(где Me-Ca, Sr) и 15%ErF<sub>3</sub> x 85% MeF<sub>2</sub> (где Me-Ca).
2. Определено увеличение интенсивности люминесценции примерно в 8-9 раз при охлаждении поверхности образца жидким азотом.
3. Определены координаты цветности (образцы относятся к теплому белому).
4. Выявлено наличие 2 пиков люминесценции 325 и 210 нм, которые требуют дальнейшего исследования их природы.

**Список литературы**

1. Овсянкин В.В., Феофилов П.П. О механизме суммирования электронных возбуждений в активированных кристаллах // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 1966. - Т. 3
2. Snitzer E. Yb<sup>3+</sup> – Er<sup>3+</sup> glass laser / E. Snitzer, R. Woodcock // Applied Physics Letters – 1965. – № 6.

**Сведения об авторах**

Березовская Анастасия Александровна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Лебенкова Снежана Константиновна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Мильшина Лилия Дмитриевна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Кузнецов Сергей Викторович – кандидат химических наук, доцент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [passivoxid@mail.ru](mailto:passivoxid@mail.ru).

**AP-CONVERSION LUMINESCENCE OF SOLID SOLUTIONS OF MEF<sub>2</sub>-ERF<sub>3</sub> (WHERE ME IS CA, SR) WHEN EXCITED BY RADIATION WITH A WAVELENGTH OF 802 NM**

**A.A. Berezovskaya, S.K. Lebenkova, L.D. Milshina, S.V.Kuznetsov**  
Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The ap-conversion properties in crystals of alkaline earth fluorides MeF<sub>2</sub>-ErF<sub>3</sub> at room temperature and liquid nitrogen temperature have been studied. Chromaticity coordinates were determined for the studied samples.

**Keywords:** *ap-conversion luminescence, fluorides of alkaline earth elements, laser excitation.*

**References**

1. Ovsyankin V.V., Feofilov P.P. On the mechanism of summation of electronic excitations in activated crystals // Letters to the Journal of Experimental and Theoretical Physics. - 1966. - V. 3
2. Snitzer E. Yb<sup>3+</sup> – Er<sup>3+</sup> glass laser / E. Snitzer, R. Woodcock // Applied Physics Letters – 1965. – № 6.

**About authors**

Berezovskaya A.A. – student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Lebenkova S.K – student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Milshina L.D.– student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Kuznetsov S.V. – Ph.D. of chemical sciences, associate professor of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [passivoxid@mail.ru](mailto:passivoxid@mail.ru).

УДК 548; 546

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ РАСТВОРИМОСТИ ВОЛЬФРАМАТОВ РЗЭ В ВОЛЬФРАМАТАХ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

С.К. Лебенкова, Л.Д. Мильшина, С.В. Кузнецов

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Приведены результаты твердофазного синтеза соединений состава  $Ba_xSr_{1-x}WO_4$  ( $x = 0,25; 0,5; 0,75$ ; мол. %), легированных редкоземельными элементами (РЗЭ). Проведен рентгенофазовый анализ. В результате обработки рентгенограмм по методу Ритвельда были получены параметры элементарной ячейки кристаллической решетки образцов.

**Ключевые слова:** твердые растворы, вольфраматы, люминофоры, синтез, рентгенофазовый анализ, метод Ритвельда.

Соединения с общей формулой  $ABO_4$ , где валентность А меньше валентности катиона В, имеют общий тип структуры шеелита и представлены молибдатами, вольфраматами и периодатами [1, с. 590]. Эти материалы обладают важными характеристиками и имеют потенциальные технологические применения в различных областях, таких как люминесценция, микроволновая техника, оптоволокна [2], сцинтилляторные материалы [3], датчики влажности, катализаторы, электролиты [4].

Вольфраматы, содержащие щелочноземельные и редкоземельные элементы, обладая низким коэффициентом термического расширения, высокой химической и термической устойчивостью, находят широкое применение как конверсионные материалы [5].

Данная работа посвящена определению границ растворимости вольфраматов редкоземельных элементов (Er и Yb) в вольфраматах щелочноземельных металлов.

Рентгенограммы образцов  $Ba_xSr_{1-x}WO_4$  ( $x=0,25; 0,50; 0,75$ ; мол. %), активированных Er/Yb с содержанием 1:1, 1:3, 3:1 мол. % соответственно, показаны на рис. 1-3.

Было установлено, что структура полученных соединений формируется на основе шеелита, кристаллизующегося в тетрагональной сингонии (пр. гр.  $I 4_1/a$ ). Для соединения состава  $Ba_xSr_{1-x}WO_4:1Er/3Yb$  ( $x = 0,75$  мол. %) наблюдается изменение интенсивности дифракционных максимумов (см. рис. 2), что связано с изменением атомного фактора рассеивания.

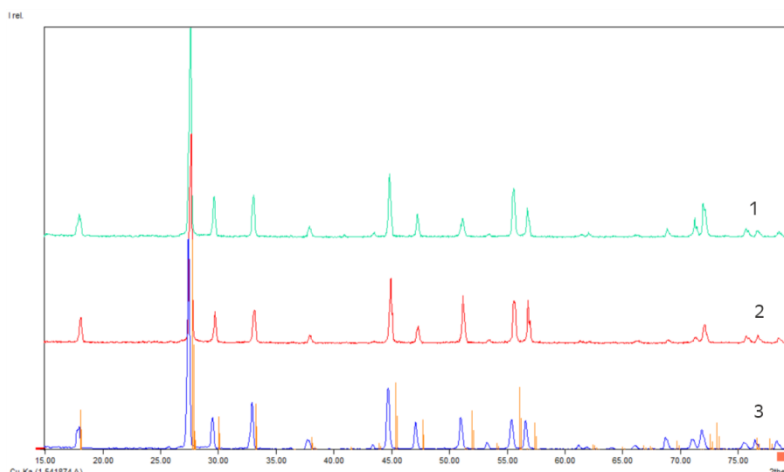


Рис. 1. Рентгеновские дифракционные спектры  
1- $Ba_xSr_{1-x}WO_4:3Er/1Yb$  ( $x = 0,25$  мол. %), 2-  $Ba_xSr_{1-x}WO_4:1Er/1Yb$  ( $x = 0,25$  мол. %),  
3-  $Ba_xSr_{1-x}WO_4:1Er/3Yb$  ( $x = 0,25$  мол. %)



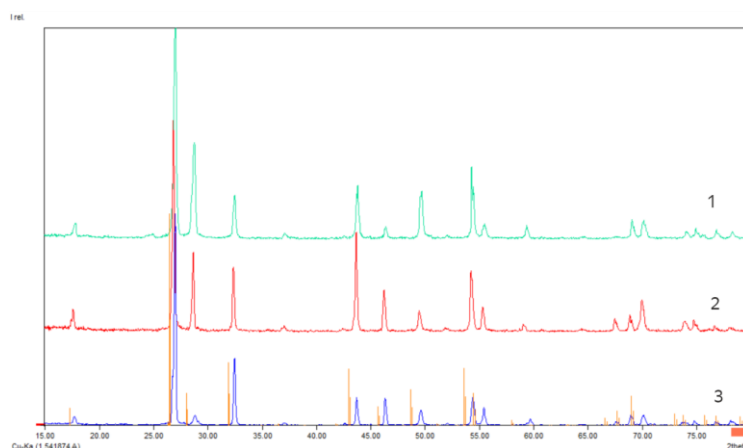


Рис. 2. Рентгеновские дифракционные спектры  
 1- $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4:3\text{Er}/1\text{Yb}$  ( $x = 0,75$  мол. %), 2-  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4:1\text{Er}/1\text{Yb}$  ( $x = 0,75$  мол. %),  
 3-  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4:1\text{Er}/3\text{Yb}$  ( $x = 0,75$  мол. %)

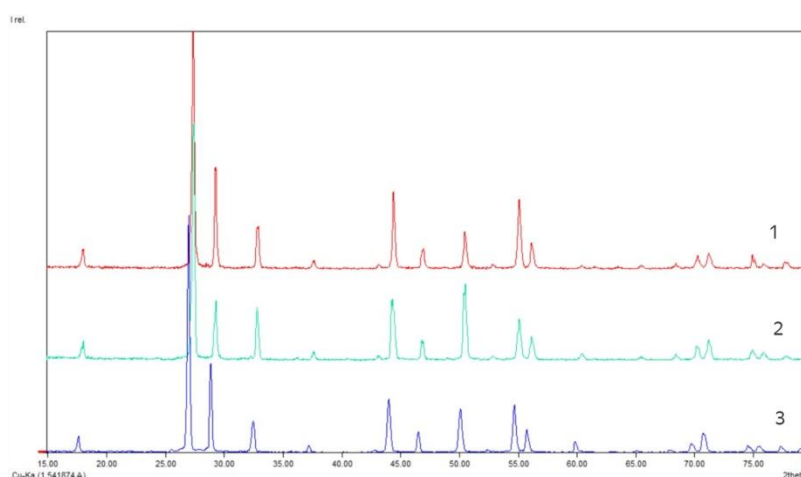


Рис. 3. Рентгеновские дифракционные спектры  
 1- $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4:3\text{Er}/1\text{Yb}$  ( $x = 0,5$  мол. %), 2-  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4:1\text{Er}/3\text{Yb}$  ( $x = 0,5$  мол. %),  
 3-  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4:1\text{Er}/1\text{Yb}$  ( $x = 0,5$  мол. %)

Таблица 1

Результаты обработки рентгенограмм по методу Ритвельда

№	Образец	Теоретические параметры $a=b$ , $c$ , Å	Параметр $a=b$ , Å	Параметр $c$ , Å
1	$\text{BaWO}_4$	5.615(1), 12.723(3)	5.615(3)	12.735(2)
2	$\text{Ba}_{75}\text{Sr}_{25}\text{WO}_4$	5.556(-), 12.504(6)	6.600(3)	12.369(9)
3	$\text{Ba}_{75}\text{Sr}_{25}\text{WO}_4:1\text{Er}/1\text{Yb}$	–	5.462(2)	12.264(4)
4	$\text{Ba}_{75}\text{Sr}_{25}\text{WO}_4:1\text{Er}/3\text{Yb}$	–	5.508(6)	12.444(2)
5	$\text{Ba}_{75}\text{Sr}_{25}\text{WO}_4:3\text{Er}/1\text{Yb}$	–	6.204(2)	20.066(9)
6	$\text{Ba}_{50}\text{Sr}_{50}\text{WO}_4$	5.509(-), 12.33(-)	6.095(7)	11.420(1)
7	$\text{Ba}_{50}\text{Sr}_{50}\text{WO}_4:1\text{Er}/1\text{Yb}$	–	5.461(4)	12.244(5)
8	$\text{Ba}_{50}\text{Sr}_{50}\text{WO}_4:1\text{Er}/3\text{Yb}$	–	5.456(6)	12.187(6)
9	$\text{Ba}_{50}\text{Sr}_{50}\text{WO}_4:3\text{Er}/1\text{Yb}$	–	5.467(5)	12.191(6)
10	$\text{Ba}_{25}\text{Sr}_{75}\text{WO}_4$	5.451(6), 12.068(-)	7.598(9)	19.486(4)
11	$\text{Ba}_{25}\text{Sr}_{75}\text{WO}_4:1\text{Er}/1\text{Yb}$	–	6.076(2)	19.651(1)
12	$\text{Ba}_{25}\text{Sr}_{75}\text{WO}_4:1\text{Er}/3\text{Yb}$	–	8.591(7)	12.531(0)
13	$\text{Ba}_{25}\text{Sr}_{75}\text{WO}_4:3\text{Er}/1\text{Yb}$	–	5.366(4)	11.834(4)
14	$\text{SrWO}_4$	5.391(8), 11.893(7)	5.391(3)	11.867(0)



По результатам обработки рентгенограмм по методу Ритвельда (табл. 1), построили график зависимости мольной доли ( $\text{BaWO}_4$ ) от значения параметра кристаллической решетки  $a=b$ ,  $c$  (рис. 4-7).

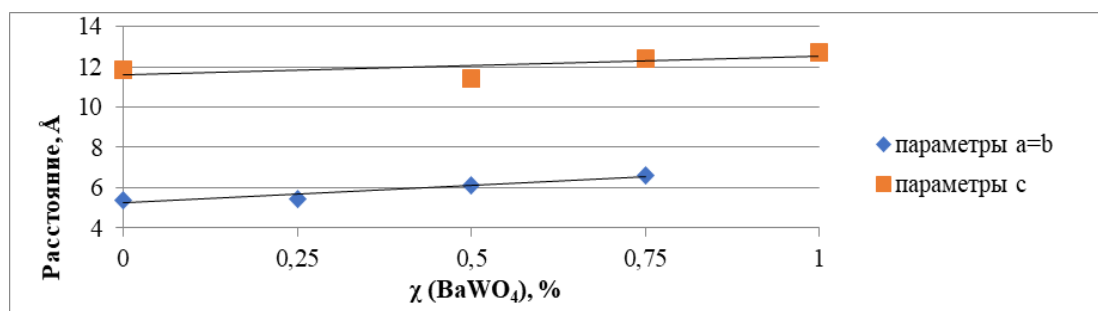


Рис. 4. График зависимости мольной доли  $\text{BaWO}_4$  в системах  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4$  ( $x=0,25; 0,50; 0,75$ ; мол. %) от значений параметров решетки

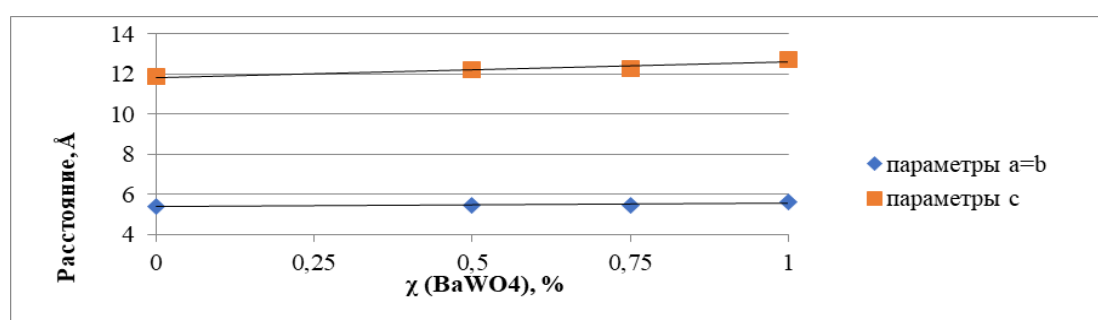


Рис. 5. График зависимости мольной доли  $\text{BaWO}_4$  в системах  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4$  ( $x=0,25; 0,50; 0,75$ ; мол. %), активированных  $\text{Er}/\text{Yb}$  с содержанием 1:1 мол. % от значений параметров решетки

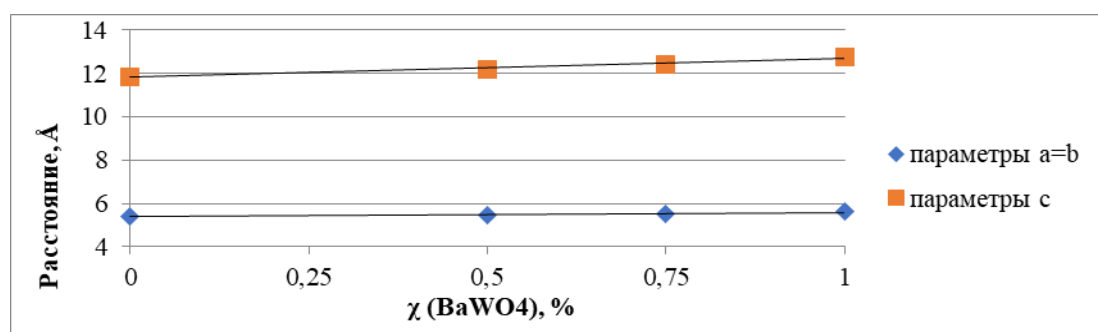


Рис. 6. График зависимости мольной доли  $\text{BaWO}_4$  в системах  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4$  ( $x=0,25; 0,50; 0,75$ ; мол. %), активированных  $\text{Er}/\text{Yb}$  с содержанием 1:3 мол. % от значений параметров решетки

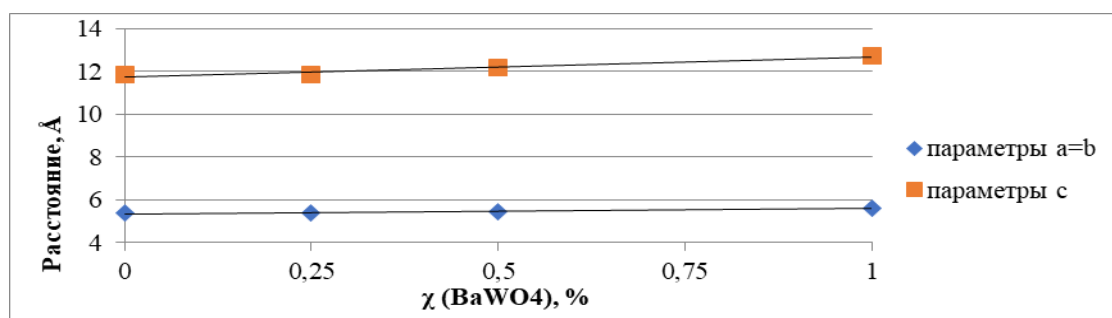


Рис. 7. График зависимости мольной доли  $\text{BaWO}_4$  в системах  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{WO}_4$  ( $x=0,25; 0,50; 0,75$ ; мол. %), активированных  $\text{Er}/\text{Yb}$  с содержанием 3:1 мол. % от значений параметров решетки

Все полученные графики зависимости мольной доли  $BaWO_4$  от значений параметров кристаллической решетки в системах  $Ba_xSr_{1-x}WO_4$  ( $x=0,25; 0,50; 0,75$ ; мол. %) и образцах, легированных РЗЭ, являются линейными (подчиняются правилу Вегарда [6, с. 283]), что подтверждает отсутствие примесных фаз и получения твердого раствора.

### Список литературы

1. Li H., Zhou S., Zhang S., Solid J. The relationship between the thermal expansions and structures of  $ABO_4$  oxides // State Chem. – 2007. – V. 180. – №2. – P. 589–595.
2. Ahmed N., Kraus H., Kim H. J., et al. Characterisation of tungstate and molybdate crystals  $ABO_4$  (A=Ca, Sr, Zn, Cd; B=W, Mo) for luminescence lifetime cryothermometry // Materialia. – 2018. – V. 4. – P. 287–296.
3. Spassky D., Mikhailin V., Nazarov M., et al. Luminescence and energy transfer mechanisms in  $CaWO_4$  single crystals // J. Lumin. – 2012. – V. 132. – №10. – P. 2753–2762.
4. Thangadurai V., Knittlmayer C., Weppner W. Metathetic room temperature preparation and characterization of scheelite – type  $ABO_4$  (A = Ca, Sr, Ba, Pb; B = Mo, W) powders // Mater. Sci. Eng.: B. – 2004. – V. 106. – №3. – P. 228–233.
5. Гурвич А.М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров: учеб. пособие. – М.: МГУ, 1982. – 376 с.
6. Горбунов А.А., Юровских, А.С. Оценка точности определения содержания кристаллических фаз методом Ритвельда. – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург. – 2016. – С. 282–286.

### Сведения об авторах

Лебенкова Снежана Константиновна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Мильшина Лилия Дмитриевна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [dep.chemistry@mail.ru](mailto:dep.chemistry@mail.ru).

Кузнецов Сергей Викторович – кандидат химических наук, доцент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [passivoxid@mail.ru](mailto:passivoxid@mail.ru).

## DETERMINATION OF THE SOLUBILITY LIMITS OF REE TUNGSTATES IN TUNGSTATES OF ALKALINE EARTH METALS

**S.K. Lebenkova, L.D. Milshina, S.V. Kuznetsov**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The results of solid-phase synthesis of compounds of the composition  $Ba_xSr_{1-x}WO_4$  ( $x = 0,25; 0,5; 0,75$ ; мол. %) doped with rare earth elements (REE). An X-ray phase analysis was performed. As a result of X-ray processing using the Rietveld method, the parameters of the unit cell of the crystal lattice of the samples were obtained.

**Keywords:** Solid solutions, tungstates, phosphors, synthesis, X-ray phase analysis, Rietveld method.

### References

1. Li H., Zhou S., Zhang S., Solid J. The relationship between the thermal expansions and structures of  $ABO_4$  oxides // State Chem. – 2007. – V. 180. – No. 2. – P. 589–595.
2. Ahmed N., Kraus H., Kim H. J., et al. Characterization of tungstate and molybdate crystals  $ABO_4$  (A=Ca, Sr, Zn, Cd; B=W, Mo) for luminescence lifetime cryothermometry // Materialia. – 2018. – V. 4. – P. 287–296.
3. Spassky D., Mikhailin V., Nazarov M., et al. Luminescence and energy transfer mechanisms in  $CaWO_4$  single crystals // J. Lumin. – 2012. – V. 132. – No. 10. – P. 2753–2762.

4. Thangadurai V., Knittlmayer C., Weppner W. Metathetic room temperature preparation and characterization of scheelite – type  $ABO_4$  (A = Ca, Sr, Ba, Pb; B = Mo, W) powders // Mater. Sci. Eng.: B. – 2004. – V. 106. – №3. – P. 228–233.

5. Gurvich, A.M. Introduction to the physical chemistry of crystal phosphors: textbook. manual. – M.: Moscow State University, 1982. – 376 p.

6. Gorbunov A.A., Yurovskikh, A.S. Evaluation of the accuracy of determining the content of crystalline phases by the Rietveld method. – Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. – Ekaterinburg. – 2016. – P. 282-286.

#### **About authors**

Lebenkova S.K – student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

Milshina L.D.– student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

Kuznetsov SV. – Ph.D. of chemical sciences, associate professor of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *passivoxid@mail.ru*.

УДК 548; 546

## ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ВЗАИМНОЙ РАСТВОРИМОСТИ ВОЛЬФРАМАТОВ СО СТРОНЦИЕМ И КАЛЬЦИЕМ

Л.Д. Мильшина, С.К. Лебенкова, С.В. Кузнецов

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В работе представлены результаты твердофазного синтеза соединений состава  $Sr_{1-x}Ca_xWO_4$  ( $x = 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,10$  мол. %). Проведен рентгенофазовый анализ полученных соединений. Выявлено, что область существования приготовленных однофазных соединений состава  $Sr_{1-x}Ca_xWO_4$  ограничена значением 3 мол.%. Выполнено уточнение профильных характеристик рентгенограмм и структурных характеристик методом Ритвельда.

**Ключевые слова:** твердые растворы, вольфраматы, люминофоры, синтез, рентгенофазовый анализ, метод Ритвельда.

Вольфраматы кальция и стронция используются как собственные люминесцентные материалы при производстве рентгеновских экранов, электронно-лучевых трубок, люминесцентных ламп, оптических датчиков [1]. Твердые растворы вольфраматов стронция и кальция являются малоизученными в виду узкой области их образования. В связи с этим разработка рациональных способов получения этих фаз, дающих возможность их синтеза в высокочистом и высокодисперсном состоянии с высоким выходом основного продукта процесса, представляет научный и практический интерес [2].

На основе разработанной методики была проведена серия синтезов экспериментальных образцов  $Sr_{1-x}Ca_xWO_4$  ( $x = 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,10$  мол. %).

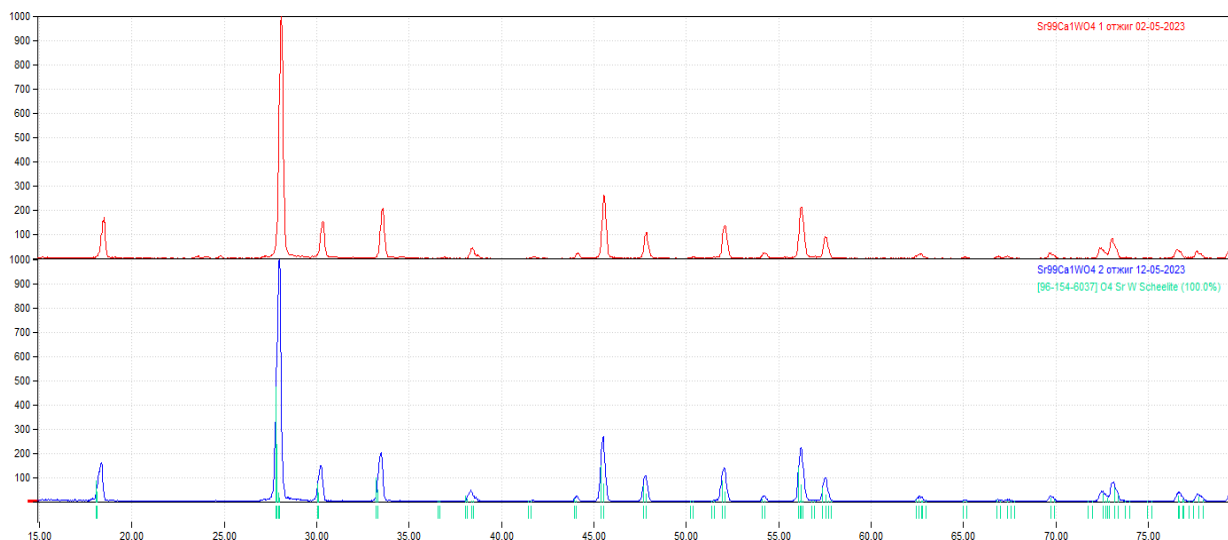


Рис. 1. Рентгеновские дифракционные спектры твердого раствора  $Sr_{1-x}Ca_xWO_4$  ( $x = 0,01$  мол. %)

1 - первое прокаливание, 2 - второе прокаливание

Однофазное соединение  $Sr_{1-x}Ca_xWO_4$  ( $x = 0,01$  мол. %) с тетрагональной структурой было получено после второго прокаливания. Отсутствуют дифракционные пики, соответствующие исходным соединениям или другим фазам, что позволяет высказать предположение о существовании чистого кристаллического соединения состава  $Sr_{99}Ca_1WO_4$ .

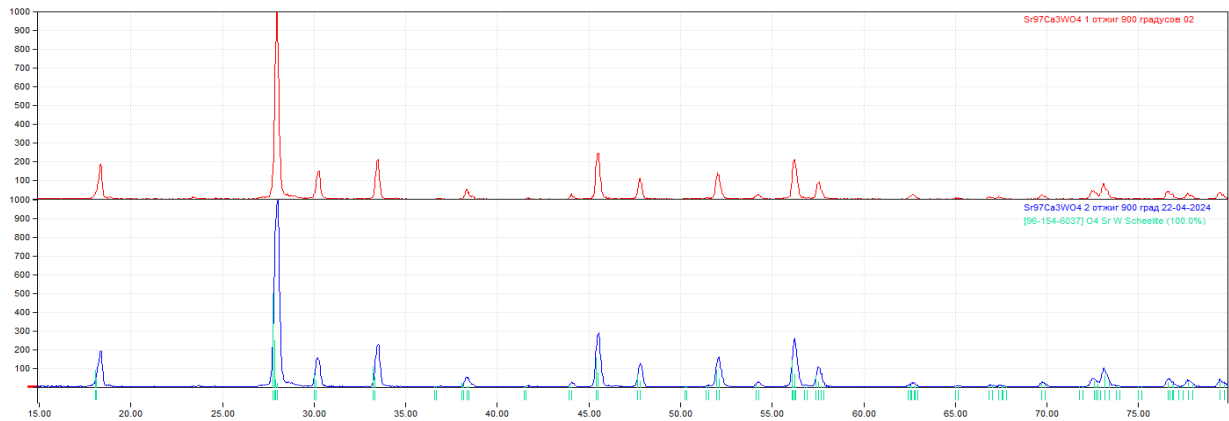


Рис. 2. Рентгеновские дифракционные спектры твердого раствора  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,03$  мол. %) 1 - первое прокаливание, 2 - второе прокаливание

Аналогичная ситуация наблюдается для системы  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,03$  мол. %).

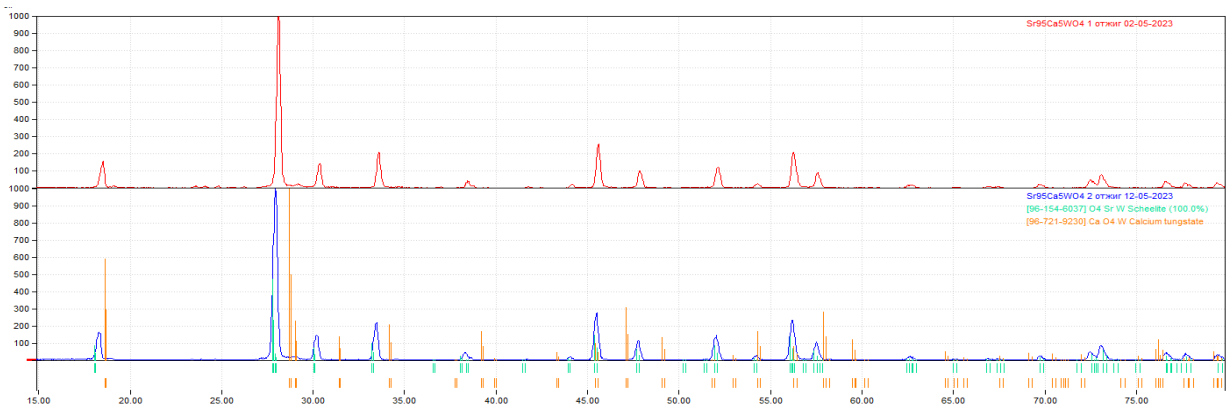


Рис. 3. Рентгеновские дифракционные спектры твердого раствора  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,05$  мол. %) 1 - первое прокаливание, 2 - второе прокаливание

Для соединения состава  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,05$  мол. %) после двух процессов спекания характерно наличие двух фаз с тетрагональной решеткой  $\text{SrWO}_4$  и  $\text{CaWO}_4$ . Пики фазы  $\text{CaWO}_4$  находится в углах  $18^\circ$ ,  $28^\circ$ ,  $34^\circ$ . Относительная величина интенсивности основного пика после второго процесса спекания незначительно уменьшилась по сравнению с первым спеканием. Это указывает на то, что только малая часть атомов кальция встраивается в кристаллическую структуру  $\text{SrWO}_4$ .

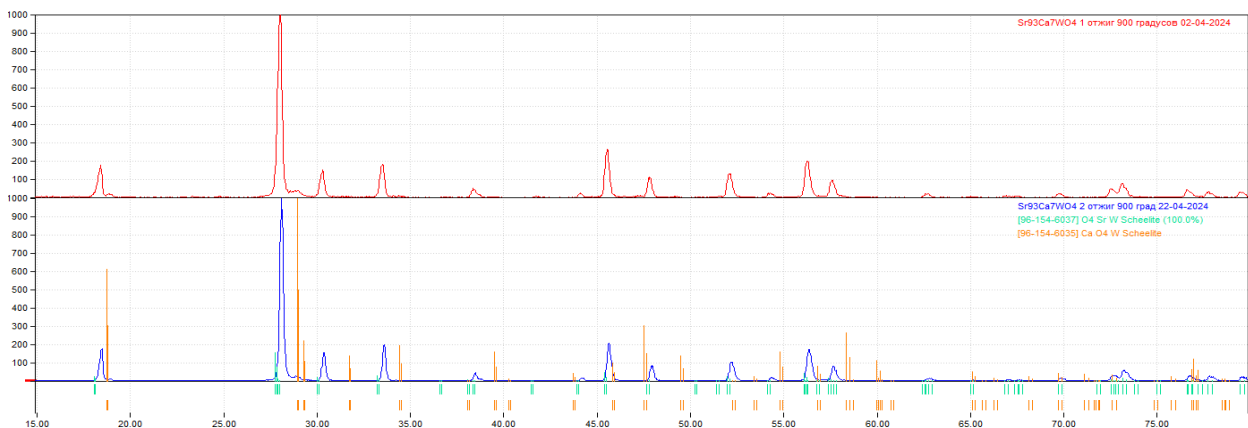


Рис. 4. Рентгеновские дифракционные спектры твердого раствора  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,07$  мол. %) 1 - первое прокаливание, 2 - второе прокаливание

Аналогичную ситуацию можно проследить и для системы  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,07$  мол. %).

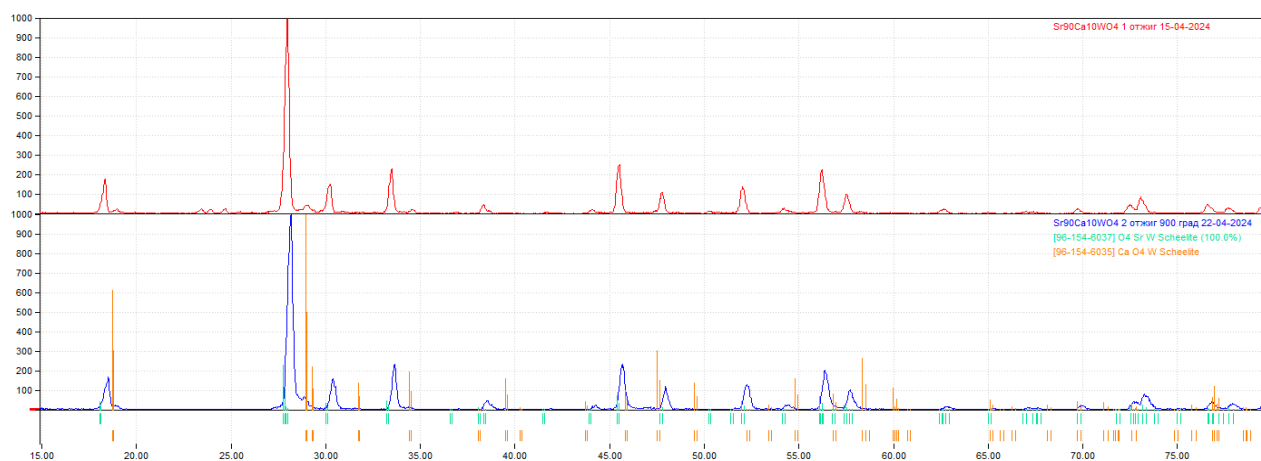


Рис. 5. Рентгеновские дифракционные спектры твердого раствора  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,10$  мол. %) 1 - первое прокаливание, 2 - второе прокаливание

Для соединения состава  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,10$  мол. %) после первого прокаливания при  $23^\circ$  и  $24^\circ$  имеются пики, которые принадлежат фазе  $\text{WO}_3$ . После второго спекания данная фаза не обнаружена.

Также присутствует дополнительная фаза  $\text{CaWO}_4$ , интенсивность пиков которой, в углах  $18^\circ$ ,  $28^\circ$ ,  $34^\circ$ , не значительно уменьшается после второго прокаливания.

Таким образом однофазное соединение получено не было, получена смесь твердого раствора  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{WO}_4$  ( $x = 0,10$  мол. %) и  $\text{CaWO}_4$ .

Для исследуемых образцов проводилось уточнение профильных характеристик рентгенограмм и структурных характеристик методом Ритвельда с использованием программного комплекса FULLPROF.

Таблица

Сведения об уточненных структурных параметрах по методу Ритвельда для образцов с I41/a в качестве пространственной группы

Образец	$a(\text{Å})_{\text{теор.}}$	$a(\text{Å})$	$c(\text{Å})_{\text{теор.}}$	$c(\text{Å})$
$\text{SrWO}_4$	5,3918	5,3760	11,8937	23,4247
$\text{CaWO}_4$	5.205	11,200	11.275	16,702
$\text{Sr}_{99}\text{Ca}_1\text{WO}_4$	-	9,772	-	23,528
$\text{Sr}_{97}\text{Ca}_3\text{WO}_4$	-	11,477	-	13,687
$\text{Sr}_{95}\text{Ca}_5\text{WO}_4$	-	9,045	-	15,186
$\text{Sr}_{93}\text{Ca}_7\text{WO}_4$	-	12,571	-	13,813
$\text{Sr}_{90}\text{Ca}_{10}\text{WO}_4$	-	7,567	-	23,614

В ходе обработки полученных результатов уточнялись следующие основные параметры:

- фактор шкалы (Scale factor);
- место нуля (ZERO);
- параметры элементарной ячейки ( $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$ );
- асимметрия (asymmetry (A)).

Полученные параметры элементарной ячейки расходятся с теоретическими. Значение  $R_w$ -фактора значительно больше нуля, что также свидетельствует о недостоверности полученных результатов.

### Список литературы

1. Шурдумова З.В., Кармоков, А.М., Хакулов, З.Л., Кодзоков, Х.А. Синтез высокочистых и высокодисперсных люминофоров вольфраматов кальция, стронция, бария и их твердых растворов с соответствующими молибдатами в расплавах систем Na, Ca (Sr, Ba)||NO<sub>3</sub>, WO<sub>4</sub> и Na, Ca (Sr, Ba)||NO<sub>3</sub>, WO<sub>4</sub> // Журнал люминесценции // – 2012. – №26. – С. 165-169.
2. Spassky D. R, Mikhailin, V., Nazarov, M., Ahmad-Fauzi M.N. Luminescence and energy transfer mechanisms in CaWO<sub>4</sub> //Materials Science and Engineering // – 2012. – Vol. 132. – Issue 10. – P. 2753-2763.

### Сведения об авторах

Мильшина Лилия Дмитриевна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

Лебенкова Снежана Константиновна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

Кузнецов Сергей Викторович – кандидат химических наук, доцент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *passivoxid@mail.ru*.

## INVESTIGATION OF THE LIMITS OF MUTUAL SOLUBILITY OF TUNGSTATES WITH STRONTIUM AND CALCIUM

**L.D. Milshina, S.K. Lebenkova, S.V. Kuznetsov**  
Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The paper presents the results of solid-phase synthesis of compounds of the composition Sr<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>WO<sub>4</sub> (x = 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,10 mol. %). X-ray phase analysis of the obtained compounds was carried out. It was revealed that the area of existence of prepared single-phase compounds of the composition Sr<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>WO<sub>4</sub> is limited to a value of 3 mol.%. The profile characteristics of radiographs and structural characteristics were clarified by the Rietveld method.

**Keywords:** *solid solutions, tungstates, phosphors, synthesis, X-ray phase analysis, the Rietveld method.*

### References

1. Shurdumova Z.V., Karmokov, A.M., Khakulov, Z.L., Kodzokov, H.A. Synthesis of high-purity and highly dispersed phosphors of calcium, strontium, barium tungstates and their solid solutions with corresponding molybdates in melts of the Na, Ca (Sr, Ba)||NO<sub>3</sub>, WO<sub>4</sub> and Na, Ca (Sr, Ba)||NO<sub>3</sub>, WO<sub>4</sub> systems // Zhurnal luminescentsii // – 2012. – No. 26. – P. 165-169.
2. Spassky D. R, Mikhailin, V., Nazarov, M., Ahmad-Fauzi M.N. Luminescence and energy transfer mechanisms in CaWO<sub>4</sub> //Materials Science and Engineering // – 2012. – Vol. 132. – Issue 10. – P. 2753-2763.

### About authors

Milshina L.D.– student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

Lebenkova S.K – student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

Kuznetsov S.V. – Ph.D. of chemical sciences, associate professor of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *passivoxid@mail.ru*.

УДК 372.8:55

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИКЕЛЯ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Д.Д. Никитенко

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Количественное определение никеля в природных водах является важным аспектом экологического мониторинга и контроля качества воды. Однако традиционные методы определения количественного содержания соединений никеля часто оказываются трудоемкими, затратными и требующими использования дорогостоящего оборудования. В условиях ограниченных ресурсов возникает необходимость в разработке и внедрении более эффективных подходов. В данной работе рассмотрена возможность оптимизации гравиметрической методики количественного определения никеля.

**Ключевые слова:** никель, оптимизация, природные воды, количественное определение никеля.

Определение количественного содержания никеля в природных водах имеет важное значение. Во-первых, Ni является одним из наиболее распространенных элементов, встречающихся в природных средах, включая воду. Его присутствие может влиять на биологические процессы, происходящие в водных экосистемах, и потенциально воздействовать на здоровье живых организмов. Во-вторых, промышленная деятельность, приводящая к выбросам никеля в окружающую среду, способна вызвать поражение водных источников. Следовательно, мониторинг содержания никеля помогает оценить уровень загрязнения природных вод.

Проблема оптимизации классических методов количественного определения никеля в природных водах является актуальной в связи с проведением инженерно-экологических изысканий, в рамках которых проводится общий химический анализ. Данная задача может быть решена методами инструментального анализа, но в настоящее время многие лаборатории испытывают затруднение с высокой стоимостью применяемой аппаратуры и недостаточной укомплектованности необходимым оборудованием. В условиях ограниченного бюджета и отсутствия доступа к новейшим технологиям, исследователи вынуждены использовать устаревшие методы анализа, которые могут приводить к значительным ошибкам и неточностям в результатах. Оптимизация этих методов позволяет значительно повысить воспроизводимость и достоверность. Задачей данной работы является количественное определение никеля и его подвижных форм.

В настоящей работе мы использовали классические методы анализа определения никеля: гравиметрический и титриметрический. Гравиметрический метод определения Ni основан на осаждении никелевой соли в виде малорастворимого соединения, которое затем взвешивается. Этот метод требует высокой точности взвешивания и тщательной подготовки образца. Титриметрический метод использует реакцию никелевого комплекса с подходящим реагентом, таким как диметилглиоксим [1]. Этот метод менее трудоемок, но требует более сложного оборудования и точного соблюдения условий эксперимента. Несмотря на простоту, указанные методики не позволяют эффективно определить количественное содержание никеля в присутствии некоторых мешающих компонентов:  $\text{Fe}^{2+}$ , образующие с диметилглиоксимом растворимый комплекс красного цвета, а также ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и некоторые другие ионы металлов, образующие с аммиаком окрашенные соединения [2]. Нами разработана схема количественного анализа никеля в водных растворах (модельных растворах и природных водах) (рис.).

Для сравнения результатов проводили опыт по классической методике [3]. В качестве объектов исследования нами использовались модельные растворы никеля с  $W(\text{Ni}^{2+})=0,05\%$  и образцы природной воды, взятые на территории озера Октябрьское Брянского района Брянской области.



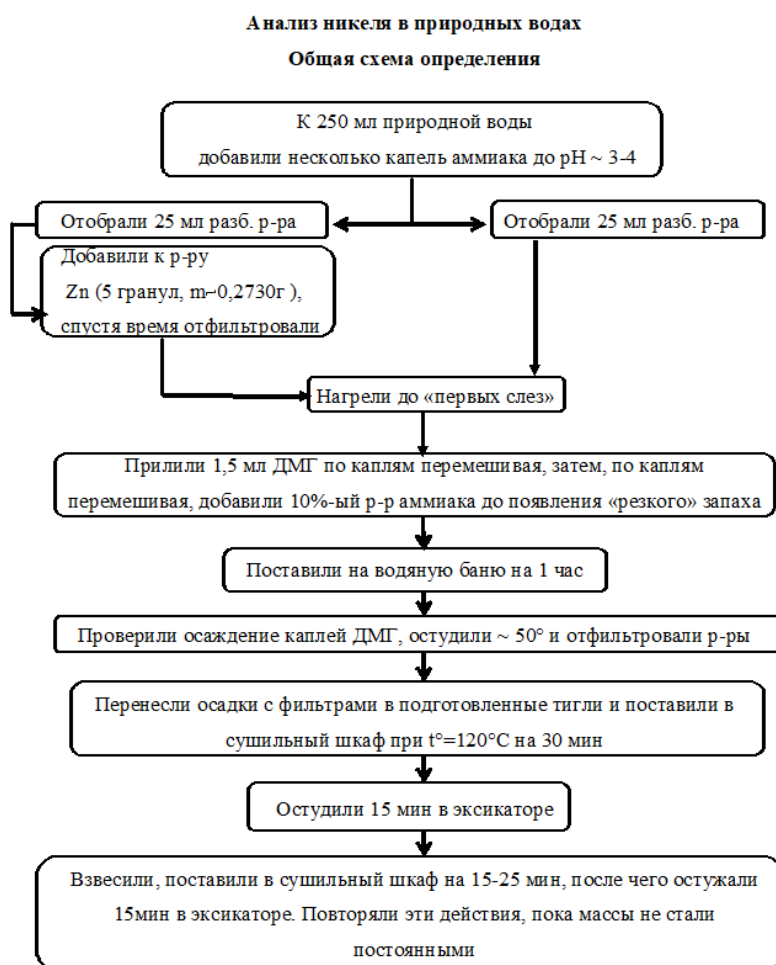


Рис. Оптимизированная схема гравиметрического определения никеля в природной воде

Полученные экспериментальные данные по определению никеля в образцах природной воды и модельных растворах представлены в таблице. В процессе анализа была оптимизирована пробоподготовка, в которую добавили стадию обработки анализируемого образца воды металлическим цинком. Эта процедура позволяет исключить мешающее действие ионов металлов ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ), так как происходит их восстановление.

Таблица

Результаты количественного определения никеля в модельных растворах и природных водах (объем образца 250 мл)

Параметры	Классическая методика		Оптимизированная методика	
	Природная вода	Модельный раствор	Природная вода	Модельный раствор
$m_{\text{Ni}}, \text{Г}$	0,00031	0,02034	0,00021	0,01780
$\omega \%$	0,00092	0,05801	0,00063	0,05103
$\beta \%$	$\pm 0,00019$	$\pm 0,00024$	$\pm 0,00011$	$\pm 0,00015$

Данные расчеты свидетельствуют о том, что метод определения никеля по оптимизированной методике наиболее точный, чем по классической, что показывает более узкий доверительный интервал (таблица). По нашему мнению, это можно объяснить тем, что в природной воде имеются мешающие компоненты, которые дают погрешность в определении процентного содержания никеля с использованием классической методики, а при использовании оптимизированной данные факторы нивелируются. Также повышается точность определения.

Полученные в ходе работы данные могут быть положены в основу определения соединений никеля в природных водах, так как оптимизированная методика позволяет повысить точность и чувствительность анализа, а также сократить время проведения, тем самым повышая эффективность исследования. Кроме того, оптимизация способствует снижению затрат на проведение анализа. Предлагаемая оптимизированная методика определения никеля может быть использована в рамках экологического мониторинга, а также при разработке мероприятий ревитализации малых водоемов.

### Список литературы

1. Гиллебранд В.Ф., Лендель Г.Э., Брайт Г.А., Гофман Д.И. Практическое руководство по неорганическому анализу. Государственное научно-техническое издательство химической литературы. – М., 1960. – 1016 с.
2. Блахнина В., Капаев Г.И., Добрыднев С.В. Определение количественного состава гидратов гидрокарбонатов кобальта (II), никеля (II), меди (II) гравиметрическим и Газовольюмометрическим методами // Успехи в химии и химической технологии. – 2007. – Т. 21, № 9(77). – С. 77-79.
3. Сочеванов В.Г., Пахомова К.С., Фридман Р.С. Весовое определение никеля в виде соединения с диметилглиоксимом // Химико-аналитические методы. Никель. – М., 1966. – 11 с.

### Сведения об авторе

Никитенко Дана Дмитриевна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: [nikitenko-dana@mail.ru](mailto:nikitenko-dana@mail.ru).

## OPTIMIZATION OF THE GRAVIMETRIC TECHNIQUE FOR THE DETERMINATION OF NICKEL IN NATURAL WATERS

**D.D. Nikitenko**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Quantification of nickel in natural waters is an important aspect of environmental monitoring and water quality control. However, traditional methods for determining the quantitative content of nickel compounds often turn out to be time-consuming, costly and require the use of expensive equipment. In conditions of limited resources, there is a need to develop and implement more effective approaches. In this paper, the possibility of optimizing the gravimetric technique for the quantitative determination of nickel is considered.

**Keywords:** *nickel, optimization, natural waters, quantitative determination of nickel.*

### References

1. Hillebrand V.F., Lendel G.E., Bright G.A., Hoffman D.I. Practical Guide to Inorganic Analysis. State Scientific and Technical Publishing House of Chemical Literature. – M., 1960. – 1016 p.
2. Blakhnina V., Kapayev G.I., Dobrydnev S.V. Determination of the Quantitative Composition of Cobalt (II), Nickel (II), Copper (II) Hydroxocarbonate Hydrates by Gravimetric and Gas-Volumetric Methods // Advances in Chemistry and Chemical Technology. – 2007. – Vol. 21, No. 9(77). – P. 77-79.
3. Sochevanov V.G., Pakhomova K.S., Fridman R.S. Gravity determination of nickel in the form of a compound with dimethylglyoxime // Chemical-analytical methods. Nickel. – M., 1966. – 11 p.

### About author

Nikitenko D.D. – student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: [nikitenko-dana@mail.ru](mailto:nikitenko-dana@mail.ru).

УДК 372.8:55

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ $Pb^{2+}$ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ ПРЯМОЙ ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

А.С. Новцева

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Данная статья посвящена количественному определению ионов  $Pb^{2+}$  в природной воде озера Октябрьское Брянского района Брянской области. В работе оптимизирована методика потенциометрического определения свинца (II) с использованием кристаллического ионоселективного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения. Построены градуировочные концентрационные зависимости для стандартных растворов ионов свинца (II) в двух диапазонах концентраций. Проведены измерения содержания ионов  $Pb^{2+}$  в природной воде озера Октябрьское и установлено превышение его массовой концентрации в 8,75 раз по сравнению с ПДК.

**Ключевые слова:** ионоселективный электрод, хлорсеребряный электрод, концентрационная зависимость, ионы свинца (II), природные воды, стандартные растворы, солевой мостик, массовая концентрация.

Проблема загрязнения природных вод свинцом стала одной из наиболее актуальных, но в тоже время трудновыполнимой в связи с содержанием малой концентрации металла в воде и наличием мешающих компонентов и факторов. Губительное антропогенное воздействие приводит к тому, что озера загрязняются ионами  $Pb^{2+}$ . Поэтому существует необходимость в подборе чувствительной методики для количественного определения свинца (II).

В связи с этим целью настоящей работы является количественное определение ионов свинца в природных водах с использованием потенциометрического метода.

Задачи работы: литературный анализ методов количественного определения свинца в природных водах; отбор проб природной воды для проведения исследований; выбор оптимальных условий потенциометрического метода измерения на приборе мультитест ИПЛ-112 массовых концентраций свинца в природных водах; оценка состояния озера Октябрьское на основании анализа полученных результатов.

Отбор проб воды осуществлялся по нормам ГОСТ 31861-2012. Точки пробоотбора определены в соответствии с [1].

Потенциометрическое определение природной воды выполнено в соответствии с паспортом [2] на приборе мультитест ИПЛ-112 совместно с кристаллическим ионоселективным электродом ЭЛИС-131Pb и хлорсеребряным электродом сравнения.

Стандартные растворы с известными концентрациями готовили по методике, описанной в источнике [3]. Для регулирования общей ионной силы в градуировочные растворы добавляли БРОИС. В качестве БРОИСа использовался раствор нитрата калия ( $KNO_3$ ) с концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Перед проведением измерений ионоселективный электрод на свинец (II) и электрод сравнения промывали дистиллированной водой и осушивали фильтровальной бумагой. В первый стакан на 100 мл приливали 50 мл исследуемого раствора и 10 мл БРОИСа и помещали в него ионоселективный электрод на свинец. Во второй стакан приливали насыщенный раствор KCl и помещали в него электрод сравнения, предварительно заполненный KCl.

Поскольку электрод сравнения заполняется насыщенным раствором KCl, взаимодействующим с растворами солей свинца с образованием малорастворимого соединения  $PbCl_2$ , то, во избежание искажения результатов и нарушения работоспособности электрода сравнения в результате засорения электролитического ключа, во время проведения

измерений используем внешний электролитический мостик, заполненный раствором 1М  $\text{KNO}_3$ .

Результаты измерений концентраций ионов свинца (II) в стандартных растворах представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Данные потенциометрического измерения стандартных растворов свинца

U (мВ)	p[Pb <sup>2+</sup> ]	C (мг/л)
- 86,11	- 3,32	2072
- 88,52	- 3,19	1554
- 98,24	- 3,02	1036
- 103,30	- 2,71	518
- 120,72	- 2,32	207,2
- 127,47	- 2,02	103,6
- 139,92	- 1,32	20,72
- 171,46	- 0,32	2,07
- 177,98	- 0,02	1,04
- 181,17	0,28	0,52
- 191,52	0,68	$2,07 \cdot 10^{-1}$
- 201,19	1,68	$2,07 \cdot 10^{-2}$
- 203,57	2,68	$2,07 \cdot 10^{-3}$
- 204,09	3,68	$2,07 \cdot 10^{-4}$

Для приведения графической зависимости к линейной форме выполнено определение концентраций свинца в двух диапазонах: от 2072 до 103,6 мг/л; от 20,72 до  $2,07 \cdot 10^{-4}$  мг/л, по результатам которых построены следующие градуировочные зависимости (рис. 1, 2).

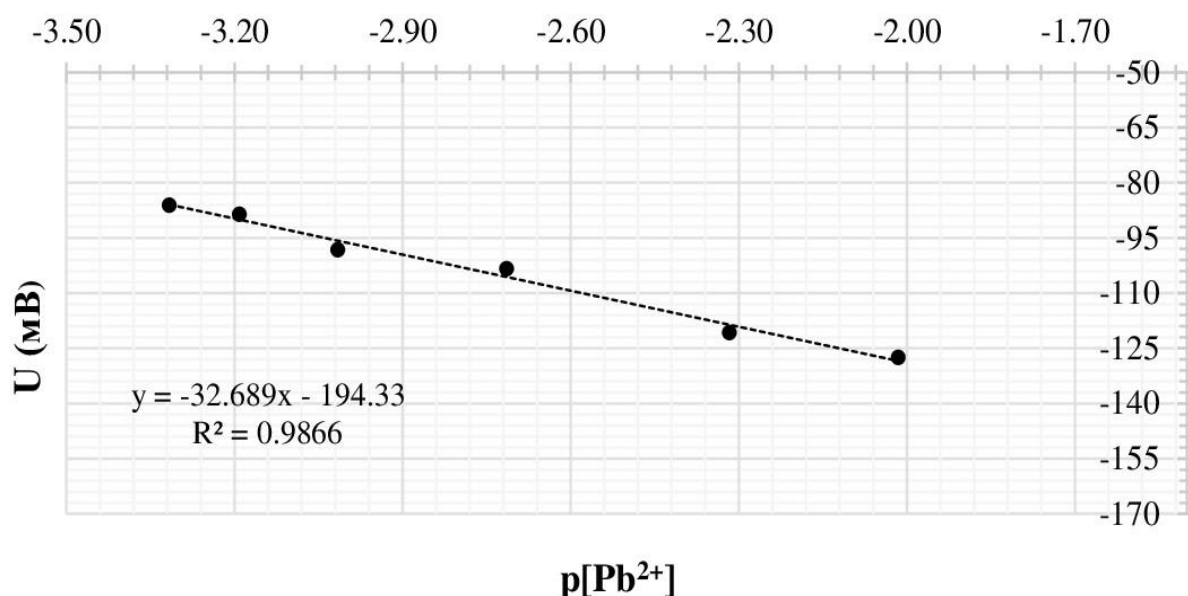


Рис. 1. Концентрационная зависимость ионов  $\text{Pb}^{2+}$  от потенциала (диапазон концентраций 150 – 2000 мг/л)

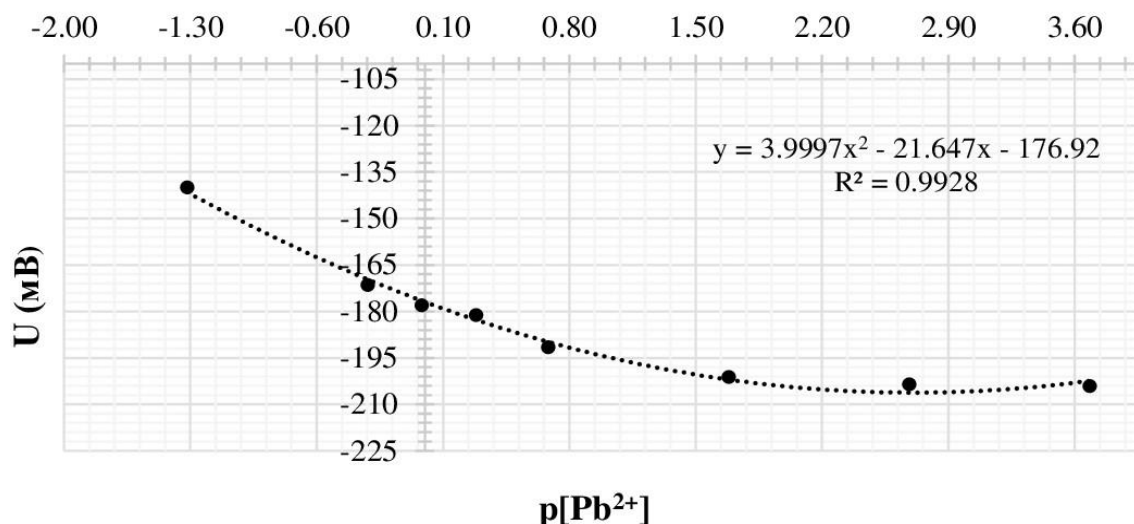


Рис. 2. Концентрационная зависимость ионов  $Pb^{2+}$  от потенциала (диапазон концентраций  $2 \cdot 10^{-4} - 20$  мг/л)

В качестве объекта исследования выбран малый водоем – озеро Октябрьское Брянского района Брянской области. Водоем имеет искусственное происхождение, так как образован в результате строительства гидротехнических сооружений.

Для прямого определения свинца в природной воде в стакан на 100 мл приливаем 50 мл природной воды и 10 мл БРОИСа и помещаем в раствор ионоселективный электрод на свинец (II). Во второй стакан приливаем насыщенный раствор KCl и помещаем в него электрод сравнения, предварительно заполненный KCl.

Результаты прямого измерения концентраций ионов свинца (II) в пробах №1 и №2 представлены ниже (табл. 2).

Таблица 2

Данные измерения концентрации  $Pb^{2+}$  в природной воде о. Октябрьское

№ пробы	U (мВ)	p[Pb <sup>2+</sup> ]	C (мг/л)
1	-195,74	1,09	0,08
1	-196,49	1,15	0,07
2	-193,98	0,96	0,11
2	-195,08	1,04	0,09

На основании математической обработки результатов анализа получено среднее арифметическое значение массовой концентрации свинца из серии повторных измерений, равное 0,0875 мг/л.

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 установлено превышение массовой концентрации свинца в 8,75 раз по сравнению с ПДК свинца (II)-0,01 мг/л.

Полученные результаты исследований могут быть положены в основу разработки комплекса мероприятий по ревитализации малых водоемов; разработки эффективных сорбентов, позволяющих связывать ионы свинца (II) в природной воде; разработки способа мониторинга малых водоемов на содержание иона  $Pb^{2+}$ , а также использованы для оценки коэффициента донной аккумуляции.

### Список литературы

1. Лукашов С.В., Иванченкова О.А., Ноздрачева Е.В. Определение основных показателей в рамках экологического мониторинга малых водоемов // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 3. – С. 97-103.
2. Паспорт НПЖД.421598.100 ПС. Преобразователь измерительный анализатора жидкости электрохимического лабораторного мультитест ИПЛ. – 15 с.
3. Паспорт ГРБА.418422.015-09 ПС. Электрод ионоселективный ЭЛИС-131Pb. – 7 с.

### Сведения об авторе

Новцева Анастасия Семеновна – студент кафедры химии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

## QUANTITATIVE METHOD FOR DETERMINING Pb<sup>2+</sup> IN NATURAL WATERS BY DIRECT POTENTIOMETRY

**A.S. Novtseva**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

This article is devoted to the quantitative determination of Pb<sup>2+</sup> ions in the natural water of Lake Oktyabrskoye, Bryansk district, Bryansk region. In this work, we optimized a method for the potentiometric determination of lead (II) using a crystalline ion-selective electrode and a chlorine-silver reference electrode. Calibration concentration dependences were constructed for standard solutions of lead (II) ions in two concentration ranges. The content of Pb<sup>2+</sup> ions in the natural water of Lake Oktyabrskoye was measured and its mass concentration was found to be 8.75 times higher than the maximum permissible concentration.

**Keywords:** *ion-selective electrode, silver chloride electrode, concentration dependence, lead (II) ions, natural waters, standard solutions, salt bridge, mass concentration.*

### References

1. Lukashov S.V., Ivanchenkova O.A., Nozdracheva E.V. Definition of the main indicators in the framework of environmental monitoring of small reservoirs // Advances in modern natural science. – 2022. – No. 3. – P. 97-103.
2. Passport NPCD.421598.100 PS. Measuring converter of the liquid analyzer of the electrochemical laboratory multitest IPL. – 15 s.
3. Passport GRBA.418422.015-09 PS. Ion-selective electrode ELIS-131Pb. – 7 s.

### About author

Novtseva A.S. – student of the Department of Chemistry, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *dep.chemistry@mail.ru*.

## ПЕДАГОГИКА

УДК 372.857

**КЕЙС-ТЕХНОЛОГИЯ КАК ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ ФОРМИРОВАНИЯ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ УЧАЩИХСЯ****Л.И. Булавинцева, В.А. Курило**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

В статье рассматривается подход к решению проблемы недостаточной методологической разработанности содержания школьного биологического образования на уровне учебного материала. Предложен вариант разработки на основе кейс-технологии учебно-методического обеспечения для учителя, которое может быть спроектировано для каждой темы и отобрано им в соответствии с особенностями учащихся в рамках развития у них исследовательских умений, составляющих основу исследовательской культуры личности.

**Ключевые слова:** мировоззрение, личность, содержание образования, учебный материал, кейсы, исследовательская культура.

**Введение.** Ориентация современного школьного образования, в том числе биологического, на личностное развитие учащихся вносит коррективы в конструирование его содержания. Поскольку ведущей характеристикой личности является способность к самостоятельному и ответственному выбору, то создание условий для формирования мировоззрения на уровне современной культуры можно считать целью школьного биологического образования [3]. Именно мировоззрение, как механизм иерархии мотивов, возникающий и действующий на основе знаний о мире, умений взаимодействовать с ним и отношений к нему, определяет выбор личности [2]. Поскольку мировоззрение определяется, прежде всего, методами самостоятельного получения и оценки достоверности знания, в последние годы особое внимание стало уделяться формированию исследовательской культуры учащихся, которая, как сказано в трудах Е. Г. Чернышенко, представляет собой комплекс предметных знаний в области соответствующих наук (в данном случае – по дисциплинам естественно-научного цикла), ряда надпредметных знаний методологии, истории и философии науки, а также совокупности эмоционально-нравственных, этических и эстетических параметров определения ценности научных знаний для человека [9].

Названная идея находит отражение в ФГОС нового поколения, который содержит требования к исследовательской деятельности учащихся как к образовательному результату.

Для достижения целей биологического образования сложный состав должен сохраняться на всех уровнях проектирования (общего теоретического представления, учебного предмета, учебного материала) и реализации (педагогической действительности, личности учащегося) содержания образования [3]. И если для знаний и умений это требование реализуется в значительной степени, то об остальных компонентах содержания образования, такого сказать нельзя: на уровне учебных материалов они представлены лишь частично. В определенной мере это связано с отсутствием хорошо построенного и проверенного опытом методического и контрольно-оценочного аппарата, который позволил бы следовать требованиям ФГОС ООО и ФГОС СОО, предъявляемым к учебно-исследовательской деятельности учащихся. Другими словами, с учетом личностной направленности образовательного процесса необходима разработка соответствующего информационному обществу учебно-методического обеспечения

Методическое пособие, по нашему мнению, может быть представлено «банком» кейсов, разработанных для каждой темы школьного курса биологии в соответствии

с правилом «от картинки действия – к инструкции для выполнения действия – от инструкции к самостоятельному действию». Учитель может сам отбирать кейсы с учетом особенностей учащихся класса [3].

Как показало анкетирование учителей дисциплин естественно-научного цикла, проведенное в ноябре 2023 года во время научно-практической конференции на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский Государственный Университет им. академика И.Г. Петровского», в настоящее время кейс-технология для проектирования образовательного процесса по биологии используется достаточно редко, в связи чем представляется необходимым с помощью кейс-технологии спроектировать и апробировать на практике методические средства формирования исследовательской культуры личности учащихся [5].

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в два этапа, первый из которых представлял собой проектирование методических средств формирования исследовательской культуры учащихся на примере темы «Основы генетики» на основе кейс-технологии, а второй – проверку их эффективности на практике.

Выбор для исследования темы «Основы генетики» (раздел «Общая биология») продиктован тем, что генетические разделы школьного курса, как отмечает Б.Д. Комиссаров, являются камнем преткновения как для учителей биологии, так и для самих учащихся. В большинстве учебной и методической литературы законы генетики даются в форме выводов из случайно проведенных опытов. Хромосомная, мутационная и другие не менее важные теории практически не раскрываются, а лишь упоминаются на уровне нескольких постулатов. [4]. Можно сказать, что одной из причин низкой степени усваиваемости учащимися раздела «Основы генетики» является как раз его недостаточная методологическая разработанность. В то же время важно выявлять и раскрывать и социокультурные истоки той или иной теории, а также ее логическую структуру. Подобные подходы помогают гармонично вписывать их в единую систему знаний в области естественных наук, способствуют более эффективному усвоению этих тем, а также делают процесс обучения более интересным, придавая ему исследовательские и творческие мотивы.

Выбор в качестве способа создания методических средств формирования исследовательской культуры учащихся пал именно на кейс-технологии, так как она является универсальной для организации деятельности, связанной с переносом материала исследовательского характера из учебной и методической литературы в сознание ребенка. Школьные учебники (в нашем случае по биологии) и соответствующие методические пособия отражают весь спектр компонентов и элементов исследовательской культуры личности, а кейсы в свою очередь, благодаря логически выстроенной структуре, включающей среди прочего систему заданий, позволяют транслировать их в мировоззрение учащегося. Другими словами, кейсы являются промежуточным звеном между учебной (и методической) литературой и ребенком. Кроме того, они позволяют не только формировать у учащихся необходимые исследовательские умения, но и оценивать наличный уровень их сформированности, а также прогнозировать, какие умения и каким образом следует формировать или развивать в дальнейшем. Наконец, важным преимуществом кейс-технологии, на которое мы также ориентировались при выборе ее в качестве основы для формирующей части педагогического эксперимента, является ее соответствие системно-деятельностному подходу, распространенному внутри современного отечественного школьного образования.

Кейс-технология представляет собой интерактивную технологию обучения, в основе которой лежит так называемый проблемно-ситуационный анализ, то есть технология анализа и решения смоделированных проблемных ситуаций, или кейсов [6].

Сущность данной технологии заключается в следующем. Учащимся предоставляется описание конкретной ситуации, в которой содержится некая проблема или противоречие. Далее учащимся предлагается на основе уже имеющихся у них знаний и сформированных



ранее умений и навыков проанализировать проблемную ситуацию, а также выполнить ряд заданий, непосредственно связанных с поиском ее оптимального решения [7].

Идея проектирования методических средств обучения в рамках школьного образования не нова, однако в настоящее время считается весьма актуальной, так как в полной мере согласуется с двумя его тенденциями [8]:

1) направленностью современного образования в большей степени на формирование у учащихся системы умений и навыков познавательной, в том числе и исследовательской, деятельности, а не на усвоение готовых знаний;

2) необходимостью формирования у учащихся опыта творческой деятельности, в том числе способностей находить оптимальное решение для различных жизненных ситуаций.

В рамках нашего исследования кейсы в общем виде состоят из пяти обязательных компонентов.

1. Введение: тема урока, на котором планируется использование кейса, по календарно-тематическому планированию, название кейса, тип кейса, а также исследовательские умения, предварительно выбранные из ФГОС СОО, на формирование которых будет направлено каждое задание кейса.

2. Проблема: краткое описание ситуации того или иного типа (как правило, словесное, однако возможно иллюстративное сопровождение).

3. Технологическая часть: задания кейса, каждое из которых в рамках разрешения проблемной ситуации направлено на формирование того или иного исследовательского умения.

4. Материалы для решения: как правило, дополнительная или справочная информация, необходимая учащимся для наиболее эффективного выполнения заданий кейса.

5. Пояснительная часть: методические рекомендации (комментарии) для учителя, необходимые для грамотного сопровождения процесса выполнения учащимися заданий кейса.

При составлении кейсов были использованы следующие типы учебных ситуаций:

– ситуация-проблема: прообраз реально существующей проблемы, требующей поиска оперативного решения;

– ситуация-оценка: модель реальной ситуации с имеющимся решением, которое требуется критически проанализировать, оценить и в случае необходимости заменить собственным, более оптимальным вариантом;

– ситуация-иллюстрация: прототип ситуации из повседневной жизни, который в качестве факта может быть включен в учебный материал;

– ситуация-тренинг (ситуация-упражнение): пример стандартной ситуации, которая должна быть учащимся описана или решена посредством выполнения конкретных заданий;

– ситуация выбора: модель стандартной проблемной ситуации, ставящая перед учащимся задачу на основе уже сформированных умений и личного опыта сделать собственный выбор, касающийся способа решения проблемы или ее оценки.

Степень самостоятельности учащихся, форма организации их работы (фронтальная, индивидуальная, групповая), роль учителя в процессе работы учащихся над кейсом зависят от выбранного типа кейса.

В рамках нашего исследования в основу типологии проектируемых кейсов была положена система Гарвардской школы, первопроходца в разработке и преподавании на основе этой технологии. В зависимости от ключевых целей обучения, уровня заинтересованности и мотивированности учащихся, их уровня знаний и системы ранее сформированных умений и навыков, от методической подготовки учителя к использованию кейс-технологии в образовательном процессе, а также от требуемых средств обучения авторы выделяют 4 типа кейсов: обучающий, аналитический, эвристический и исследовательский.

Методика работы учащихся с уже готовыми кейсами в общем виде может быть выражена в виде пяти последовательных этапов [7].

1) На первом этапе происходит знакомство учащегося (или рабочей группы) с учебной ситуацией кейса и ее последующий анализ с целью выявления в ней главного противоречия (и проблемы).

2) Второй этап заключается в ознакомлении с перечнем заданий, необходимых для разрешения проблемной ситуации.

3) На третьем этапе учащийся (или рабочая группа) в случае необходимости, обусловленной выбранным типом кейса, знакомятся с дополнительной или справочной информацией, необходимой для результативного выполнения всех заданий кейса.

4) Четвертый этап включает разработку подробного плана работы над кейсом, а также техническую фазу, то есть непосредственное выполнение всех заданий кейса.

5) На пятом, заключительном, этапе происходит представление результатов работы над кейсом, то есть способа разрешения проблемной ситуации (это может быть как сдача письменно оформленной работы учащегося на проверку учителю, так и публичное выступление группы перед остальным классом) и подведение итогов.

Проверка эффективности спроектированных методических средств (кейсов различного типа) проводилась в апреле-мае 2024 года в два этапа на группах учащихся разных возрастов и уровней обучения.

Всего было разработано 7 кейсов различного типа для 7 тем, согласно календарно-тематическому планированию. Они представлены в учебно-методическом пособии «Проектирование и использование кейсов при изучении основ генетики и эволюционного учения в школьном курсе биологии» в Главе 1 [1]. QR-код на электронную версию данного пособия представлен ниже на рисунке 1.



Рис. 1. Учебно-методическое пособие «Проектирование и использование кейсов при изучении основ генетики и эволюционного учения в школьном курсе биологии» (Л.И. Булавинцева, Д.И. Изоткин, В.А. Курило)

Первый этап подразумевал распространение обучающего кейса №1 и эвристического кейса №4 среди учащихся химико-биологического профиля 10 классов на базе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Центр образования «Перспектива» г. Брянска с последующим их выполнением ими как самостоятельно, так и под руководством учителя биологии в зависимости от выбранного им типа кейса.

Второй этап включал в себя распространение исследовательского кейса №7 среди студентов 4 курса (направления подготовки «Педагогическое образование» и «Общая биология») на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский Государственный Университет им. академика И.Г. Петровского» с последующим их самостоятельным выполнением.

Впоследствии был проведен анализ учителем работы учащихся по кейсу обучающего типа, а также оценивание результатов выполнения ими кейса эвристического типа и студентами кейса исследовательского типа в соответствии с разработанными заранее критериями.

По итогам исследования были сформулированы соответствующие выводы.

**Результаты и обсуждение.** Анализ учителем работы учащихся по обучающему кейсу №1, которая была организована в форме коллективного обсуждения заданий, позволяет сделать следующие выводы.

1) Работа с кейсами позволяет повысить уровень активности учащихся на уроке, вовлекает их в процесс совместного обсуждения предоставленных вариантов ответа на вопросы, а также эффективно развивает критическое мышление и креативность.

2) В целом кейс-технология предоставляет возможность сформировать различные универсальные учебные действия, в частности, исследовательские умения, заложенные в основу каждого задания кейса, согласно ФГОС СОО.

3) Тем не менее подобного рода кейсы, возможно, стоит внедрять не столько в 10-11 классы профильного уровня изучения биологии, сколько базового в целях повышения мотивации к более глубокому изучению предмета и расширению кругозора в целом. Это продиктовано спецификой обучения биологии в старшей школе, где в условиях современной системы образования ведущим направлением работы является строгая подготовка к ЕГЭ, в то время как задания кейсов в определенной мере выходят за рамки необходимого для его сдачи материала.

4) По мнению учителя, тематика кейса, как и включаемые в него задания, должны быть больше «привязаны» к рабочей программе по биологии, чтобы их было проще включать в содержание урока, согласно календарно-тематическому планированию.

5) Несмотря на выше изложенные рекомендации и пожелания, в целом учителем была дана высокая оценка качества разработанных и примененных на практике кейсов.

Анализ результатов самостоятельного выполнения учащимися школы кейса эвристического типа позволяет отразить его графически следующим образом (рис. 2) и сделать соответствующие выводы.

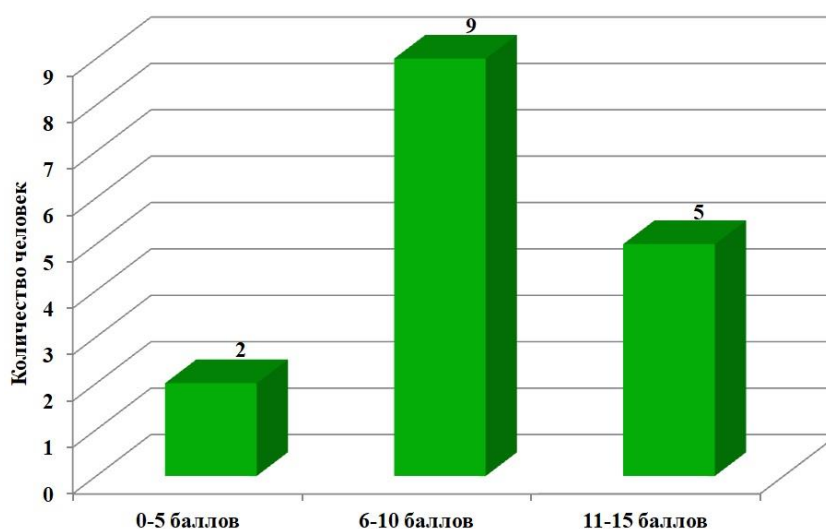


Рис. 2. Результаты выполнения учащимися школы эвристического кейса №4 (общий балл)

1) Большая часть учащихся (62,5%) справилась с заданием 1, посвященным поиску в тексте противоречий и проблемы, с которыми столкнулся в начале своей научной работы Томас Морган, на 1 балл из 3 возможных, что свидетельствует о невысоком уровне развития у них этого исследовательского умения. Чаще всего обучающиеся находили какое-то одно противоречие (хотя в тексте их было два), при этом без упоминания проблемы исследования. Возможно, это можно объяснить еще слабым пониманием сущности терминов «противоречие» и «проблема».

2) Задание 2, смысл которого заключался в описании объектов исследования, согласно представленному тексту, было выполнено большинством учащихся (56,25%) на 2 балла из 3 возможных (при этом немногим меньше количество набравших

максимальное количество баллов – 31,25%). Подобные результаты свидетельствуют о том, что умение работать с текстом у обучающихся развито хорошо.

3) Подавляющее большинство учащихся (87,5%) справились с заданием 3, направленным на формулировку цели исследования Томаса Моргана, на 1 балл из 2 возможных (так как целей предполагалось две). Тем не менее можно сказать, что основную цель работы ученого обучающиеся определяли верно, что говорит о хорошем уровне развития у них данного исследовательского умения.

4) Задание 4, суть которого заключалась в выдвижении гипотез исследования Томаса Моргана, было выполнено, в основном, на 1 балл из 2 возможных (68,75%), то есть по меньшей мере одну гипотезу из предполагаемых двух учащиеся определяли верно. В целом умение выдвигать гипотезу, пусть даже на примере уже готового исследования, у них развито относительно неплохо.

5) Наибольшее количество баллов (7) учащиеся могли заработать за выполнение задания 5, в котором предлагалось сформулировать задачи исследования, проведенного Томасом Морганом. Большая часть обучающихся смогла привести лишь одну (43,75%) или три (25%) задачи, что говорит о низком уровне сформированности у них данного исследовательского умения или о невысоком уровне мотивации выполнять это задание.

6) Задание 6 не было связано с развитием какого-либо исследовательского умения, так как предлагало учащимся назвать личностные качества Томаса Моргана, позволившие ему стать выдающимся ученым-генетиком. Большинство обучающихся выполнило его на максимальное число баллов (3 из 3), что свидетельствует в целом о хорошем уровне развития у них аналитического мышления.

7) Если смотреть общий балл за выполнение работы, становится очевидным, что больше половины учащихся (56,25%) не набрали даже половины от возможно количества баллов (средний общий балл составил 8,7 из 20 возможных – 43,5% выполненной работы). Примерно треть обучающихся (31,25%) выполнила работу на 55% (11 баллов), 12,5% учеников набрали не более четверти от возможного количества баллов. Тем не менее подобные, на наш взгляд, невысокие результаты можно объяснить значительной потерей баллов на задании 5, связанном с формулировкой задач исследования. В остальном, за исключением также задания 1, направленного на поиск противоречий и проблемы исследования, учащиеся продемонстрировали средний уровень развития своих исследовательских умений. Это можно назвать неплохим результатом, особенно учитывая тот факт, что кейс является не полностью эвристическим, а с участием элементов обучающего, то есть лишь вводит учащихся в процесс применения этих умений.

8) Исходя из полученных результатов можно сформулировать следующие направления нашей будущей работы в отношении эвристического кейса №4:

– сопроводить его более подробными комментариями для учителя перед каждым заданием;

– особое внимание при работе с ним обращать на задание 1 и задание 5, то есть на необходимость поиска противоречий и проблемы исследования (с учетом подробного истолкования сущности этих понятий) и формулировки задач исследования (с учетом того, что их должно быть несколько);

– в случае повторения невысоких результатов, возможно, стоит перевести этот кейс в группу аналитических и в соответствии с этим организовывать не самостоятельное его выполнение, а совместное с учителем.

Анализ результатов самостоятельного выполнения студентами университета кейса исследовательского типа позволяет отразить его графически следующим образом (рис. 3) и сделать соответствующие выводы.

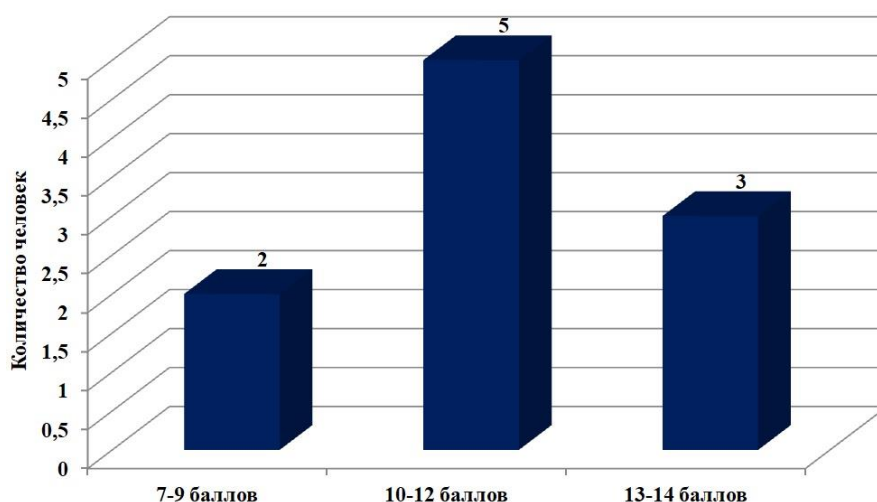


Рис. 3. Результаты выполнения студентами исследовательского кейса №7 (общий балл)

1) Распределение выбранных студентами проблем оказалось следующим: чаще всего выбиралась проблема 4 «Генетические эксперименты с эмбрионами человека» (40%), 30% студентов выбрали проблему 1 «Воскрешение вымерших видов», 20% – проблему 3 «Генотерапия», реже всего (10%) выбор падал на проблему 2 «Применение генетически модифицированных организмов (ГМО)». Можно предположить, что подобное соотношение вызвано личными интересами студентов или тем, что проблема 4 показалась более легкой для анализа.

2) Большая часть студентов (70%) справилась с заданием 1, посвященным поиску в тексте противоречий, с которыми связана реализация той или иной технологии, на максимальное количество баллов, что свидетельствует о высоком уровне развития у них этого исследовательского умения. 30% студентов не справились с заданием, что можно объяснить слабым пониманием у них сущности термина «противоречие».

3) Задание 2, смысл которого заключался в формулировке темы собственного аналитического исследования, было выполнено подавляющим большинством студентов (80%) также на максимальное количество баллов. При этом снижение баллов у остальных 2 студентов произошло не столько из-за биологической ошибки, сколько из-за лексической неточности в формулировке темы. Подобные результаты свидетельствуют о том, что умение формулировать тему исследования у студентов развито отлично.

4) Большинство студентов (60%) справились с заданием 3, направленным на формулировку цели исследования и выдвижение его гипотезы, на 2 балл из 2 возможных (по баллу за цель и за гипотезу). Можно сказать, что чаще всего снижение баллов происходило за счет неверно выдвинутой гипотезы, в то время как с формулировкой цели исследования справились практически все. Это говорит о высоком уровне развития у студентов данных исследовательских умений в целом, однако умение формулировать цель исследования у них развито лучше, чем умение выдвигать гипотезу.

5) Задание 4, суть которого заключалась в формулировке задач собственного исследования, было выполнено, в основном, на максимальное количество баллов (90%). Как минимум 3 задачи студенты могут составлять верно, согласно заявленной теме исследования. Можно сказать, что данное исследовательское у них также развито высоко.

6) Наибольшее количество баллов (7) студенты могли заработать за выполнение задания 5, которое представляло собой технологическую фазу исследование. В нем предлагалось подробно рассмотреть сущность выбранной технологии, ее основные методы, преимущества и недостатки, а также сформулировать собственную оценку ее реализации, при этом оформляя все в виде структурированного доклада с указанием информационных источников и формулировкой выводов. Преимущественно (30%) это задание выполнялось

студентами лишь на 3 балла из 7 возможных. Чаще всего по итогу не были указаны выводы или собственная оценка реализации выбранной технологии, реже обнаруживался недостаток необходимой теоретической информации. Это говорит о не самом высоком уровне сформированности у студентов данных исследовательских умений (умений формулировать выводы по итогам исследования и работать с информацией) или о невысоком уровне мотивации выполнять это задание.

7) Если смотреть общий балл за выполнение работы, становится очевидным, что половина студентов выполнили кейс примерно на три четверти (средний общий балл составил 10,9 из 14 возможных – 78% выполненной работы). Примерно треть обучающихся (30%) выполнила работу на очень высокий балл (12-14 баллов), 20% набрали чуть больше половины от возможного количества баллов. Тем не менее все студенты перешагнули порог в 50% выполненной работы. Подобные результаты в целом можно назвать высокими и соответствующими нашим ожиданиям, так как предполагалось, что к 4 курсу большая часть исследовательских умений у студентов уже будет высоко развита, по причине чего этот кейс был сделан исследовательским и подразумевал полностью самостоятельную работу.

8) Исходя из полученных результатов можно сформулировать следующие направления нашей будущей работы в отношении исследовательского кейса №7:

- расширить его другими направлениями биотехнологиями, вызывающими общественный резонанс;

- особое внимание при работе с ним обращать на задание 1 и задание 3, то есть на необходимость поиска противоречий исследования (с учетом подробного истолкования сущности этого понятия) и выдвижения гипотезы (с учетом предварительной более частой отработки этого умения);

- в случае стабильного выполнения данного кейса на высокий балл или постепенного повышения среднего балла, возможно, стоит расширить комплекс заданий в нем или усложнить набор уже предусмотренных.

В целом можно сделать вывод, что спроектированные с помощью кейс-технологии методические средства формирования исследовательской культуры учащихся продемонстрировали в ходе применения их на практике относительно высокую степень эффективности.

**Заключение.** Эффективность некоторых спроектированных методических средств формирования исследовательской культуры учащихся (кейсов) была оценена в рамках работы с ними учащихся химико-биологического профиля 10 класса школы и студентов 4 курса естественно-географического факультета университета, итоги чего позволяют заключить следующее:

- работа с кейсами позволяет повысить уровень познавательной активности учащихся, развивает критическое мышление, креативность и необходимые исследовательские умения, другими словами, предоставляет возможность сформировать комплекс универсальных учебных действий;

- тем не менее подобные кейсы, чаще всего выходя за пределы осваиваемой рабочей программы, не в полной мере согласуются со спецификой изучения биологии в старшей школе на профильном уровне, целью которого в большей степени является не столько формирование исследовательских умений, сколько строгая подготовка к ЕГЭ;

- учащиеся школы характеризуются в целом средним уровнем развития исследовательских умений, при этом больше всего проблем возникает с поиском противоречий и проблем для исследования и формулировкой задач, в то время как процесс определения цели исследования, выдвижения гипотезы и работы с готовой информацией ощутимых трудностей чаще всего не вызывает;

- студенты отличаются в целом высоким уровнем развития исследовательских умений, тем не менее некоторые проблемы у них наблюдаются аналогично с процессом

поиска противоречий для исследования и выдвижением гипотезы, в то время как остальные приемы (определение темы и цели исследования, формулировка его задач и выводов) чаще всего затруднений не вызывают.

Спроектированные кейсы продемонстрировали относительно высокую степень эффективности, однако следует отметить ряд собственных наблюдений и перспектив дальнейшей работы:

– необходимо постепенно улучшать уже разработанные кейсы (дополнять их новыми заданиями, редактировать информационный блок, уточнять комментарии для учителя, в большей мере привязывать к рабочей программе по предмету, обеспечивать более тщательную подготовку к их выполнению);

– особое внимание следует уделять типологии кейсов, в соответствии с которой грамотно выбирать тип проектируемого кейса с учетом возрастных особенностей учащихся и сформированности у них тех или иных исследовательских умений;

– требуется разрабатывать новые кейсы для других разделов школьного курса биологии, причем как профильного уровня, так и, возможно, базового.

### Список литературы

1. Булавинцева Л.И., Изоткин Д.И., Курило В.А. Проектирование и использование кейсов при изучении основ генетики и теории эволюции в школьном курсе биологии: учебно-методическое пособие. – Брянск: Изд-во БГУ, 2024. – 90 с.

2. Булавинцева Л.И., Карпенко Ю.О. Проблема содержания биологического образования при реализации личностно-ориентированной модели образования // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: материалы VII международной научно-практической конференции (г. Москва, 18 – 19 февраля 2021). – М.: ИИУ МГОУ, 2020. – С. 401-408.

3. Изоткин Д.И., Курило В.А. К проблеме содержания школьного биологического образования на уровне учебных материалов // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых учёных: Материалы Национальной научно-практической студенческой конференции (г. Брянск 13-14 декабря 2023). – Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2023. – С. 395-401.

4. Комиссаров Б.Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. – М.: «Просвещение», 1991. – 160 с. – (Б-ка учителя биологии).

5. Курило В.А. Анализ современного состояния проблемы формирования исследовательской культуры личности учащихся в школьной практике преподавания биологии // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2024. – №3 (35). – С. 56-65.

6. Литвинова А.О. Особенности использования кейс-технологии в профессиональном развитии педагогов дошкольной образовательной организации // Молодой ученый. – 2024. – №18 (517). – С. 408-411.

7. Лузан Е.Н. Кейс как образовательная технология // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – №1. – С. 137-140.

8. Перяшкина А.А., Трифанова А.А., Барабашкина Е.В., Чегулова А.А., Бердникова К.Э. Сущность и основа кейс-технологии в профессиональном образовании // Психология, социология и педагогика: электронный журнал. – 2022. – №2. – URL: <https://psychology.snauka.ru/2022/08/8676> (дата обращения: 14.05.2024).

9. Чернышенко Е.Г. Формирование исследовательской культуры учащихся в условиях общеобразовательного учреждения // Электронный журнал «Вестник Новосибирского государственного педагогического университета». – 2012. – №5 (9). – С. 20-26.

### Сведения об авторах

Булавинцева Людмила Ивановна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры биологии естественно-географического факультета Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *lib-58-timob@yandex.ru*.

Курило Владимир Александрович – магистрант кафедры биологии Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского, e-mail: *vladimirkurilo2001@yandex.ru*.

### CASE-TECHNOLOGY AS AN APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF BIOLOGICAL EDUCATION CONTENT WITHIN THE FRAMEWORK OF FORMATION OF RESEARCH CULTURE OF STUDENTS' PERSONALITY

**L.I. Bulavintseva, V.A. Kurilo**

Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

The article deals with an approach to solving the problem of insufficient methodological development of the content of school biology education at the level of teaching material. The article offers a variant of developing case-based teaching and methodological support for the teacher, which can be designed for each topic and selected by the teacher in accordance with the characteristics of students within the framework of the development of their research skills, which form the basis of research culture of personality.

**Keywords:** *worldview, personality, educational content, teaching material, cases, research culture.*

### References

1. Bulavintseva L.I., Izotkin D.I., Kurilo V.A. Designing and using cases when studying the basics of genetics and the theory of evolution in the school course of biology: teaching manual. – Bryansk: Izd-vo BSU, 2024. – 90 с.
2. Bulavintseva L.I., Karpenko Y.O. The problem of the content of biological education in the implementation of the personality-oriented model of education // Actual problems of biological and chemical ecology: proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference (Moscow, February 18 – 19, 2021). -M.: IIU MGOU, 2020. – С 401-408.
3. Izotkin D.I., Kurilo V.A. To the problem of the content of school biological education at the level of educational materials // Actual problems of modern science: the view of young scientists: Proceedings of the National Scientific and Practical Student Conference (Bryansk, December 13-14, 2023). – Bryansk: Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, 2023. – С. 395-401.
4. Komissarov B.D. Methodological problems of school biological education. – Moscow: «Prosveshchenie», 1991. – 160 с. – (Biology teacher's book).
5. Kurilo V.A. Analysis of the current state of the problem of formation of research culture of personality of students in the school practice of teaching biology // Scientific Notes of Bryansk State University. – 2024. – №3 (35). – С. 56-65.
6. Litvinova, A.O. Features of the use of case-technology in the professional development of teachers of the preschool educational organization // Young scientist. – 2024. – №18 (517). – P. 408-411.
7. Luzan E.N. Case as an educational technology // Bulletin of Bryansk State University. – 2012. – №1. – С. 137-140.
8. Peryashkina A.A., Trifanova A.A., Barabashkina E.V., Chegulova A.A., Berdnikova K.E. Essence and basis of case technology in professional education // Psychology, sociology and pedagogy: an electronic journal. – 2022. – №2. – URL: <https://psychology.snauka.ru/2022/08/8676> (date of address: 14.05.2024).



9. Chernyshenko E.G. Formation of research culture of students in the conditions of general education institution // Electronic journal «Bulletin of Novosibirsk State Pedagogical University». – 2012. – №5 (9). – С. 20-26.

#### **About authors**

Bulavintseva L.I. – D. in Pedagogy, Associate Professor of the Department of Biology of the Faculty of Natural Geography, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *lib-58-timob@yandex.ru*.

Kurilo V.A. – master's student of the Department of Biology, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, e-mail: *vladimirkurilo2001@yandex.ru*, e-mail: *vladimirkurilo2001@yandex.ru*.

**ТРЕБОВАНИЯ  
К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ  
ПУБЛИКАЦИИ В РЕЦЕНЗИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОННОМ НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ  
«УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ БРЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»  
(«УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ БГУ»)**

**Требования к содержанию статей.**

В журнале «Ученые записки БГУ» публикуются статьи теоретического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов), ранее нигде не опубликованный и не переданный в редакции других журналов. Материал исследований должен содержать научную новизну и/или иметь практическую значимость. К публикации принимаются только открытые материалы на русском, английском или немецком языках. Статьи обзорного, биографического характера, рецензии на научные монографии и т.п. пишутся, как правило, по заказу редколлегии журнала.

**Требования к объему статей.**

Полный объем статьи, как правило, не должен превышать 1 Мб, включая иллюстрации и таблицы.

**Общие требования к оформлению статей.**

Статьи представляются в электронном виде, подготовленные с помощью текстового редактора Microsoft Word (Word 97/2000, Word XP/2003) и разбитые на страницы размером А4. См. образец с настроенными стилями.

Все поля страницы – по 2 см, верхний и нижний колонтитулы – по 1,5 см. Текст набирается шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см, выравнивание по ширине, включен режим принудительного переноса в словах. Страницы не нумеруются.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующее упоминание в конце статьи.

К статье должна быть приложена авторская справка, содержащая следующую информацию по каждому автору: фамилию, имя, отчество (при наличии), научную степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес места работы (домашний адрес указывать недопустимо), контактный телефон – рабочий или сотовый (домашний телефон указывать недопустимо), e-mail, согласие на обработку указанных данных и размещение их в журнале. См. образец авторской справки.

В статье следует использовать только общепринятые сокращения.

Редакция не принимает к рассмотрению рукописи статей, оформленные не по установленным правилам.

**Требования к структуре статей.**

Статья формируется из отдельных структурных составляющих в следующей последовательности:

- 1) первая строка: номер УДК (стиль «УДК»);
- 2) вторая строка: название статьи (стиль «Название»);
- 3) пропустив одну строку: фамилии и инициалы авторов (стиль «Автор»);
- 4) наименование организации(й), которую представляют авторы (стиль «Организация»);
- 5) пропустив одну строку: аннотация на русском языке (стиль «Аннотация»);
- 6) ключевые слова (стиль «Ключевые слова»);
- 7) пропустив одну строку: основной текст статьи (стиль «Текст») с иллюстрациями (стиль «Подписуночная надпись») и таблицами (стили «Номер таблицы» и «Название таблицы»);
- 8) пропустив одну строку: список литературы (стили «Список литературы» и «Источники»);
- 9) пропустив одну строку: сведения об авторах (стили «Об авторах» и «Сведения»);

- 10) пропустив одну строку: название статьи на английском языке (стиль «Название»);
- 11) пропустив одну строку: фамилии и инициалы авторов на латинице (стиль «Автор»);
- 12) наименование организации(й), которую представляют авторы, на латинице (стиль «Организация»);
- 13) пропустив одну строку: аннотация на английском языке (стиль «Аннотация»);
- 14) ключевые слова на английском языке (стиль «Ключевые слова»);
- 15) пропустив одну строку: список литературы на английском языке (стиль «Список литературы» и «Источники»);
- 16) пропустив одну строку: сведения об авторах на английском языке (стили «Об авторах» и «Сведения»).

Указанные структурные составляющие статьи являются обязательными.

#### **Требования к оформлению структурных составляющих статей.**

Аннотация на русском языке, в которой отражается краткое содержание статьи, должна иметь объем, как правило, не более 8 строк. Аннотация на английском языке должна содержать не менее 100-250 слов, быть информативной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований) и оригинальной (не быть калькой аннотации на русском языке).

Количество ключевых слов на русском и английском языках не должно превышать 15 слов (для каждого языка).

Оптимальной считается следующая структура статьи: «Введение» с указанием актуальности и цели научной работы, «Постановка задачи», «Результаты», «Выводы или заключение», «Литература», «Приложение». В «Приложении» при необходимости могут приводиться математические выкладки, не вошедшие в основной текст статьи и иной вспомогательный материал). В тексте статьи допускается использование систем физических единиц СИ (предпочтительно) и/или СГСЭ. В обязательном порядке статья должна завершаться выводами или заключением.

Все иллюстрации и таблицы – не редактируемые файлы в формате jpg, которые должны быть вставлены в текст. Дополнительно иллюстрации прилагаются отдельными файлами в формате jpg. Рисунки встраиваются в текст через опцию «Вставка-Рисунок-Из файла» с обтеканием «В тексте» с выравниванием по центру страницы без абзацного отступа. Иные технологии вставки и обтекания не допускаются. Все рисунки и чертежи выполняются четко, в формате, обеспечивающем ясность понимания всех деталей; это особенно относится к фотокопиям и полутонным рисункам. Рисунки, выполненные карандашом, не принимаются. Рисунки, выполненные в MS Word, недопустимы. Язык надписей на рисунках (включая единицы измерения) должен соответствовать языку самой статьи. Поясняющие надписи следует по возможности заменять цифрами и буквенными обозначениями, разъясняемыми в подписи к рисунку или в тексте. Авторов, использующих при подготовке рисунков компьютерную графику, просим придерживаться следующих рекомендаций: графики делать в рамке; штрихи на осях направлять внутрь; по возможности использовать шрифт Times New Roman; высота цифр и строчных букв должна соответствовать высоте букв в тексте статьи.

Формулы должны быть набраны только в редакторе формул (Microsoft Equation). Высота шрифта 12 pt, крупных индексов – 8 pt, мелких индексов – 5 pt, крупных символов – 18 pt, мелких символов – 12 pt. Формулы, внедренные как изображение, не допускаются! Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, от промежуточных выкладок желательно отказаться. Векторные величины выделяются прямым полужирным шрифтом. Все сколько-нибудь громоздкие формулы выносятся на отдельные строки. Формулы должны быть вставлены по центру в таблицу с невидимыми контурами, состоящей из двух колонок. Левая широкая колонка используется для размещения самой формулы, а правая узкая колонка – для номера формулы. Номер формулы ставится в скобках и располагается по

центру ячейки таблицы. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки в тексте статьи.

В список литературы включаются только те источники, на которые в тексте статьи имеются ссылки. Желательно шире использовать иностранные источники. Список формируется либо в порядке цитирования, либо в алфавитном порядке (вначале источники на русском языке, затем на иностранных языках). Ссылки на литературу по тексту статьи необходимо давать в квадратных скобках. Библиографические описания цитируемых источников в списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на работы, находящиеся в печати, не допускаются. Список литературы должен быть продублирован на латинице (см. Написание русских символов латиницей). Рекомендации по представлению ссылок в списке литературы на латинице, удовлетворяющего требованиям поисковых систем международных баз данных, – см. Представление источников на латинице.

Сведения об авторах должны включать следующую информацию (на русском и английском языках): фамилию и инициалы автора, ученую степень и ученое звание (при их наличии), должность с указанием места работы (полное название организации, без сокращения), адрес электронной почты. В англоязычном варианте желательно (но не обязательно) также привести дополнительную информацию, в частности, указать дату рождения, назвать законченные учебные заведения и полученные в них научные степени или квалификацию, указать область научных интересов и др.

#### **Требования к составу присылаемого в редакцию комплекта документов.**

В комплект документов, присылаемых в редакцию журнала, должны входить:

1) файл с расширением .doc, содержащий полностью подготовленную к публикации согласно вышеперечисленным требованиям журнала статью (включая размещенные в ее тексте рисунки), название которого складывается из фамилий всех авторов (например, «Иванов И.И.,Петров П.П.doc»);

2) файлы с расширением .jpg, содержащие по одному рисунку статьи, название которых соответствует номерам рисунков (например, «Рисунок 01.jpg»);

3) файлы с расширением .pdf, содержащие по одной авторской справке с подписью автора, название которых соответствует фамилии автора (например, «Иванов И.И.doc»).

К статьям, выполненными аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если научный руководитель не входит в число соавторов данной статьи).

Каждая статья в обязательном порядке проходит процедуру закрытого рецензирования. Порядок рецензирования установлен документом «Порядок рецензирования рукописей». По результатам рецензирования редколлегия оставляет за собой право либо вернуть автору статью на доработку, либо отклонить ее публикацию в журнале.

Редакция журнала оставляет за собой право на редактирование статей с сохранением авторского варианта научного содержания.

В опубликованной статье указывается дата поступления рукописи статьи в редакцию. В случае существенной переработки рукописи статьи указывается дата получения редакцией окончательного текста статьи.

#### **Статьи публикуются бесплатно.**

Все материалы отправлять по адресу:

241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д.20, каб. 101

Телефон: +7(4832)58-91-71, доб. 1083

E-mail: uz\_bgu@mail.ru

Изменения и дополнения к правилам оформления статей можно посмотреть на официальном сайте журнала: <http://www.scim-brgu.ru>

СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ  
**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ**  
**БРЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА.**  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ  
/ НАУКИ О ЗЕМЛЕ

**Учредитель и издатель:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации выдано  
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
Эл № ФС77-62799 от 18.08.2015

**Адрес учредителя:**

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»  
241036, г. Брянск, Бежицкая, 14

**Адрес редакции и издателя:**

РИСО ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»  
241036, г. Брянск, Бежицкая, 20

Дата размещения сетевого издания в сети Интернет на официальном сайте <http://scim-brgu.ru> – 27.12.2024