

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PEDAGOGIC SCIENCES

5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)

Научная статья

УДК 378.147.88

<https://doi.org/10.37493/2307-907X.2025.2.18>



ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ

Ирина Марковна Агибова¹, Марита Альбертовна Беджанян²,
Оксана Александровна Нечаева^{3*}, Ольга Викторовна Федина⁴

^{1, 2, 3, 4} Северо-Кавказский федеральный университет (д. 1, ул. Пушкина, Ставрополь, 355017, Российская Федерация)

¹ agibova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1031-5711>

² maritabedzhanyan@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7419-4942>

³ o_a_nechaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-6977-9524>

⁴ fedina_ov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4213-458X>

* Автор ответственный за переписку

Аннотация. Введение. В настоящее время, когда происходят динамичные преобразования во всех сферах жизни и деятельности общества, когда технический прогресс просто опережает время, модернизируется производство, развивается наука, государство нуждается в специалистах, имеющих высокий творческий потенциал. Для подготовки таких специалистов необходимо изменить приоритеты в образовании, делая акцент на самостоятельную познавательную деятельность студентов. Исследовательская деятельность становится важнейшей частью обучения, а формирование исследовательских компетенций студентов – целью их преподавателей. **Цель.** Поиск ответа на вопрос, как повысить уровень сформированности исследовательских компетенций студентов высшей школы. **Материалы и методы.** В статье представлены разработанные авторами творческие задания и методика их применения на лабораторном практикуме для студентов бакалавриата по направлению «Физика». Задания приближены к научным исследованиям, они предполагают использование сложных экспериментальных установок и исследование материалов, свойства которых еще до конца не изучены. Задания разбиты на три уровня: сложный, средний и простой, что позволяет предложить новую методику организации их выполнения с учетом различных способностей студентов. Преподаватель выступает в роли помощника в поиске идей к решению очередной задачи. **Результаты и обсуждение.** Педагогический эксперимент с использованием методики авторов статьи для формирования исследовательских компетенций был проведен на базе кафедры экспериментальной физики СКФУ. Для проведения эксперимента, студентов разбили на две группы – контрольную и экспериментальную. Контрольная группа выполняла стандартные лабораторные работы по готовым инструкциям, с применением стандартных методик. Экспериментальная группа дополнительно выполняла задания, приближенные к научным исследованиям. **Заключение.** Эксперимент проводился в течение года и показал, что дополнительное выполнение студентами творческих заданий по предложенной методике позволяют не только повысить уровень сформированности исследовательских компетенций, но и усиливают мотивацию студентов к научной деятельности.

Ключевые слова: творческие задания, лабораторный практикум, научные исследования, разделение творческих заданий на сложный, средний и простой уровни, исследование нестандартных материалов

Для цитирования: Формирование исследовательских компетенций студентов высшей школы с использованием разноуровневых заданий / И. М. Агибова, М. А. Беджанян, О. А. Нечаева, О. В. Федина // Вестник Северо-Кавказского федерального университета 2025. № 2 (107). С. 197–204 <https://doi.org/10.37493/2307-907X.2025.2.18>

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 19.12.2024;

одобрена после рецензирования 28.01.2025;

принята к публикации 10.02.2025.

Research article

FORMING RESEARCH COMPETENCIES OF HIGHER SCHOOL STUDENTS WITH MULTI-LEVEL TASKS

Irina M. Agibova¹, Marita A. Bedzhanyan², Oksana A. Nechaeva^{3*}, Olga V. Fedina⁴

^{1, 2, 3, 4} North-Caucasus Federal University (1, Pushkin str., Stavropol, 355017, Russian Federation)

¹ agibova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1031-5711>

² maritabedzhanyan@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7419-4942>

³ o_a_nechaeva@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-6977-9524>

⁴ fedina_ov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4213-458X>

* Corresponding author

Abstract. Introduction. At present, when dynamic transformations are taking place in all spheres of society, and the technological progress is simply ahead of time, production is being modernized, science is developing, the state needs specialists with high creative potential. To train such specialists, it is necessary to change the priorities in education, focusing on the independent cognitive activity of students. Research activity is becoming an essential part of learning, and the formation of students' research competencies is the goal of their teachers. **Goal.** Therefore, the purpose of our work was to find an answer to the question of how to increase the level of formation of research competencies of higher school students. **Materials and methods.** The article presents creative tasks developed by the authors and methods of their application in a laboratory workshop for undergraduate students in the field of Physics. The tasks are close to scientific research, they involve the use of complex experimental facilities and the study of materials whose properties have not yet been fully studied. The tasks are divided into three levels: complex, medium and simple, which allows the authors to propose a new methodology for organizing their implementation, taking into account the different abilities of students. The teacher acts as an assistant in the search for ideas for solving the next task. **Results and discussion.** A pedagogical experiment using the methodology of the authors of the article for the formation of research competencies was conducted on the basis of the NCFU Department of Experimental Physics. To conduct the experiment, the students were divided into two groups – the control one and the experimental one. The control group performed standard laboratory work according to ready-made instructions, using standard techniques. The experimental group additionally performed tasks close to scientific research. **Conclusion.** The experiment was conducted over the course of a year and showed that additional creative tasks performed by students using the proposed methodology cannot only increase the level of formation of research competencies but also enhance students' motivation for scientific activity.

Keywords: creative tasks, laboratory practice, scientific research, division of creative tasks into complex, medium and simple levels, research of non-standard materials

For citation: Agibova IM, Bedzhanyan MA, Nechaeva OA, Fedina OV. Forming research competencies of higher school students with multi-level tasks. Newsletter of North-Caucasus Federal University. 2025;2(107):197-204. (In Russ.). <https://doi.org/10.37493/2307-907X.2025.2.18>

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 19.12.2024;

approved after reviewing 28.01.2025;

accepted for publication 10.02.2025.

Введение / Introduction. Новые экономические и социокультурные реалии требуют от выпускников технических и естественнонаучных специальностей вузов не только освоения основных дисциплин, но, что наиболее важно, умения нетривиально и смело решать практические задачи различных отраслей производства. Для этого у студентов должны быть сформированы исследовательские компетенции [1, 2]. Исследовательские компетенции – это не только различные способности и умения, позволяющие человеку проводить научные исследования, но и мотивационные компоненты, влияющие на настрой ученого на успех [3, 4].

Материалы и методы исследований / Materials and methods of research. Наиболее успешно исследовательские компетенции можно формировать с помощью дисциплины «Физика». Глубокое усвоение физики невозможно только путем изучения теории, которое наиболее эффективно происходит при решении различных задач и экспериментальных исследований, поэтому в вузе предусматривается, кроме лекционных и практических занятий, выполнение лабораторных работ [5, 6].

К лабораторным занятиям студенты проявляют особый интерес, ведь каждая работа лабораторного практикума является небольшим самостоятельным исследованием [7–9]. Быстрый темп развития науки диктует необходимость разработки новых лабораторных работ и новых ме-

тодик их выполнения. Например, лабораторная работа может быть дополнена заданиями, посвященным исследованию физических свойств каких-либо необычных материалов [10]. В качестве такого материала мы использовали магнитную жидкость. Магнитная жидкость и композиционные материалы на ее основе давно привлекают современных ученых. Магнитные жидкости обладают необычными свойствами: сохраняют однородность в течение долгого времени, легко управляются электрическими и магнитными полями, значения их намагниченности насыщения и магнитной восприимчивости велики и т. д. Эти жидкости нашли свое применение в технике, медицине, экологии. В нашей стране несколько научных школ, в том числе и СКФУ, занимаются изучением свойств и возможностей практического применения магнитных жидкостей.

Авторы в данной статье представляют новое творческое задание – исследование электрических свойств композиционной среды, полученной на основе магнитной жидкости – и методику его выполнения.

Цель данного задания: исследовать электрические свойства композиционной среды, состоящей из магнитной жидкости и мелкодисперсных немагнитных частиц, воздействуя на нее магнитным и электрическим полями.

Дидактические цели:

- 1) мотивировать будущих исследователей к научной деятельности;
- 2) помочь выбрать научное направление;
- 3) развивать способность изучения научной литературы, в том числе и на иностранных языках;
- 4) развивать умения налаживать общение с единомышленниками, разделяющими интересы в выбранной области науки;
- 5) формировать способность поиска проблемных задач в науке и технике.

Студенту предлагается выполнить задание сложного уровня, в котором поставлена задача, но не содержится подсказок.

Сложный уровень: анизотропия электрических свойств магнитной жидкости, помещенной в постоянные электрическое и магнитное поля, различной взаимной ориентации незначительна. Докажите, что анизотропия магнитной жидкости, содержащей немагнитные наночастицы как низкой, так и высокой электропроводности, под воздействием постоянных электрического и магнитного полей резко возрастет.

Студенту для решения поставленной задачи необходимо самостоятельно разработать и провести эксперимент. Для этого он должен изучить научную литературу, подобрать необходимое оборудование, разработать схему и собрать установку для проведения эксперимента, а также составить план проведения эксперимента.

Вариант возможного решения. Студент должен выполнить следующие действия:

- 1) меняя взаимную ориентацию электрического и магнитного полей, действующих на магнитную жидкость, полученную на основе керосина, доказать, что характер зависимости активного сопротивления от напряженности магнитного поля не зависит от взаимного расположения полей;
- 2) ультразвуковым перемешиванием получить композиционную среду из магнитной жидкости и немагнитных частиц (например, графита или эбонита);
- 3) воздействуя на полученный образец электрическими и магнитными полями и меняя их ориентацию относительно друг друга, используя микроскоп, наблюдать за поведением структур, образованных из немагнитных частиц;
- 4) получить зависимость активного сопротивления магнитной жидкости от напряженности магнитного поля, воздействуя на образец электрическими и магнитными полями и меняя их ориентацию относительно друг друга;
- 5) проанализировать полученные данные и сделать вывод, в котором отразить, как влияет добавление немагнитного наполнителя в магнитную жидкость на ее анизотропные свойства;

б) полученные результаты необходимо защитить, представив доклад, сопровождаемый презентацией.

На рис. 1 представлены фотографии магнитной жидкости с добавлением немагнитного наполнителя под действием электрического и магнитного полей, ориентированных параллельно и перпендикулярно друг другу.

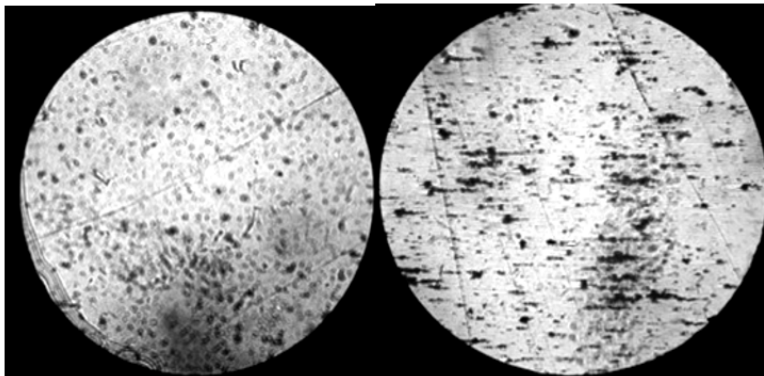


Рис. 1. Магнитная жидкость с добавлением немагнитного наполнителя под действием электрического и магнитного полей, направленных параллельно и перпендикулярно друг другу / перпендикулярно друг другу / Fig. 1. A magnetic liquid with the addition of a non-magnetic filler under the action of electric and magnetic fields directed parallel and perpendicular to each other

*Источник: составлено авторами по данным [10] / Source: compiled by the authors according to data [10]

На фотографиях видно, что рисунок структур меняется в зависимости от взаимной ориентации полей.

Средний уровень. Воздействуя на выданную преподавателем магнитную жидкость с добавлением немагнитных частиц одновременно постоянным электрическим и магнитными полями, докажете, что анизотропия электрических свойств образца резко возрастет по сравнению с образцом магнитной жидкости без наполнителя. Проведите исследования с немагнитными частицами как низкой, так и высокой электропроводности.

Задание среднего уровня сложности упрощено, так как студенту выдаются готовые образцы для исследования. Ему остается продумать, с помощью каких приборов можно создать необходимые постоянные электрические и магнитные поля, как собрать установку, позволяющую менять направление действия этих полей на образцы. Для проведения исследования с помощью микроскопа студенту будет выдана уже готовая ячейка. Ему остается только провести исследования с образцом магнитной жидкости, не содержащей добавок, и с образцом, содержащим мелкодисперсный наполнитель из немагнитных частиц. Студент, ориентируя электрическое и магнитное поля параллельно и перпендикулярно друг другу, должен получить зависимости сопротивлений образцов от величины магнитного поля. Эксперимент должен показать, что у чистого образца анизотропия незначительная, а у образца, содержащего мелкодисперсный наполнитель из немагнитных частиц, анизотропные свойства резко возрастают. Очень важно грамотно представить полученные результаты – подготовить доклад и презентацию. Оценка работы предполагает учет степени самостоятельности работы студента, умение работать с научной и технической литературой, с приборами. Также учитывается умение фиксировать и обрабатывать полученные результаты, представлять их и защищать полученные результаты.

Простой уровень. Если воздействовать постоянным магнитным полем на магнитную жидкость, помещенную в постоянное электрическое поле, ее электрические свойства будут испытывать незначительную анизотропию в зависимости от направления полей. Вам необ-

ходимо на установке, собранной преподавателем, используя выданный образец магнитной жидкости (магнетит в керосине), убедиться, что зависимость сопротивления образца от напряженности магнитного поля не зависит от взаимного расположения полей.

При добавлении в магнитную жидкость мелкодисперсных немагнитных частиц, имеющих как низкую, так и высокую электропроводность, анизотропия электрических свойств жидкости возрастет. Студенту необходимо, используя ту же установку, показать, что зависимость сопротивления полученной композиционной среды от напряженности магнитного поля зависит от взаимного расположения полей.

Простой уровень задания *не исключает творчества*. Для его выполнения студент должен:

- 1) изучить установку, состоящую из проградированных катушек Гельмгольца, источников постоянного тока, ячеек для проведения эксперимента, собранную заранее преподавателем;
- 2) ознакомиться с техникой безопасности и правилами работы с приборами;
- 3) воздействуя постоянными магнитными и электрическими полями, имеющими различную ориентацию относительно друг друга, на магнитную жидкость, содержащую мелкодисперсные немагнитные частицы как низкой, так и высокой электропроводности, пронаблюдать в микроскоп за поведением образующихся структур;
- 4) доказать, что зависимость сопротивления полученной композиционной среды от напряженности магнитного поля зависит от взаимного расположения полей;
- 5) подготовить и представить доклад о проделанной работе.

Результаты исследований и их обсуждение / Research results and their discussion. В СКФУ был проведен педагогический эксперимент, с помощью которого было установлено, как выполнение заданий, приближенных к научным исследованиям, влияет на формирование исследовательских компетенций обучающихся. Для проведения эксперимента студентов разбили на две группы – контрольную и экспериментальную. Контрольная группа выполняла стандартные лабораторные работы, разработанные на кафедре по подготовленным методическим указаниям, с применением стандартных методик. Экспериментальная группа, кроме стандартных работ, выполняла задания, приближенные к научным исследованиям. Были разработаны диагностические задания, позволяющие определить уровень исследовательских компетенций студентов.

Для проверки уровня сформированности исследовательских компетенций авторы использовали χ^2 -критерий, который можно рассчитать с помощью формулы

$$\chi^2 = 1/N_{\Sigma}N_K \sum_{n=1}^m \frac{(N_{\Sigma}O_{kn} - N_K O_{\Sigma n})^2}{O_{kn} + O_{\Sigma n}},$$

где O_{kn} – студенты категории n контрольной группы; $O_{\Sigma n}$ – студенты категории n экспериментальной группы; N_K – число студентов контрольной группы; N_{Σ} – число студентов экспериментальной группы.

Так как мы сравнивали три уровня сформированности исследовательских компетенций, то m равно 3.

Нами были определены индикаторы для оценки уровня сформированности исследовательских компетенций:

- исследовательская деятельность должна вызывать позитивный настрой студента, а успех, полученный в результате ее выполнения, приносить ему моральное удовлетворение;
- неудачи и трудности при выполнении исследовательской деятельности должны не останавливать учащегося, а инициировать поиск новых путей решения задач;
- студент должен уметь находить необходимую научную информацию;
- при выполнении этапов эксперимента в действиях студента должна просматриваться последовательность и рациональность;
- студент должен уметь проводить грамотный анализ результатов эксперимента;

- студент должен уметь защитить результаты проведенных исследований;
- будущий ученый должен уметь признавать и исправлять свои ошибки;
- студенту нужно научиться не останавливаться на достигнутом, уметь рационализировать полученный результат;
- у студента должна выработаться устойчивая мотивация к исследовательской деятельности.

Проведенные контрольные срезы до и после педагогического эксперимента и в контрольной, и в экспериментальной группах позволили построить следующую диаграмму (рисунок 2).

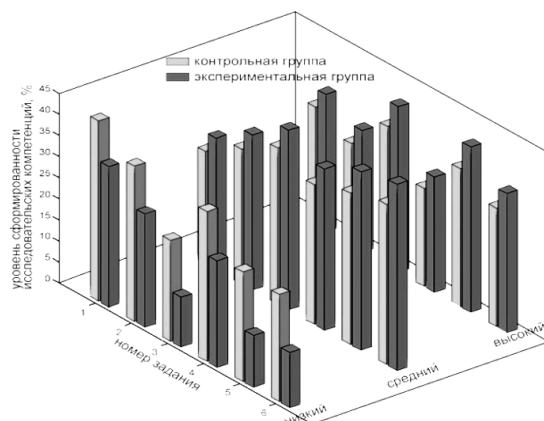


Рис. 2. Зависимость уровня сформированности исследовательских компетенций контрольной и экспериментальной групп от номера задания / Fig. 2. The dependence of the level of formation of research competencies of the control and experimental groups on the task number

*Источник: составлено авторами по данным [10] / Source: compiled by the authors according to data [10]

Заключение / Conclusion. До начала проведения эксперимента было известно, что уровни сформированности компетенций контрольной и экспериментальной групп различаются незначительно.

Проведенный эксперимент показал, что выполнение студентами творческих заданий, приближенных к научным исследованиям, и предложенная методика приводят к повышению уровня сформированности исследовательских компетенций. Также эксперимент показал, что использование творческих заданий позволяет поднять интерес к дисциплине «Физика», повышает мотивацию студентов к научной деятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пеша А. В. Концептуальная модель развития научно-исследовательских компетенций выпускников вузов / А. В. Пеша, С. Ю. Патутин // Вестник Омского университета. Серия «Экономист». 2022. Т. 20. № 4. С. 82–93.
2. Барвинок А. С. Структура научно-исследовательских компетенций студентов-магистрантов инженерного профиля / А. С. Барвинок, Е. И. Приходченко // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б: Гуманитарные науки. 2020. № 2. С. 157–161.
3. Занфир Л. Н. Мотивация студентов к научно-исследовательской деятельности / Л. Н. Занфир // Перспективные науки. 2020. № 8(131). С. 146–148.
4. Поступательное развитие научно-исследовательской работы школьников и студентов в системе высшего образования / М. А. Кочева, Ю. В. Готулева, С. Ю. Лихачева, Т. В. Юрченко // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29684> (дата обращения: 20.10.2024).
5. Ижойкина Л. В. Развитие исследовательской компетенции обучающихся в условиях взаимодействия школы и вуза / Л. В. Ижойкина, А. Н. Петкевич // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32331> (дата обращения: 15.12.2024).

6. Бакланов И. О. Методы и средства диагностики формирования компетенций в лабораторных практикумах по естественнонаучным дисциплинам / И. О. Бакланов, И.П. Бирюкова // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30016> (дата обращения: 15.12.2024).
7. Половникова Л. Б. Виртуальный лабораторный практикум как средство формирования научно-исследовательских компетенций будущего инженера / Л. Б. Половникова // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 4-2. С. 311–316.
8. Морев А. В. Современные методы преподавания физики в техническом вузе / А. В. Морев, И. И. Тимерзянова // Образование. Наука. Научные кадры. 2024. № 2. С. 314–318.
9. Ахметшина Г. Х. Актуальные проблемы преподавания учебного предмета «Физика» в 2022 / 2023 учебном году: методические рекомендации / Г. Х. Ахметшина. Казань: ИРО РТ, 2022. 63 с.
10. Федина О. В. Формирование исследовательских компетенций студентов-физиков в рамках лабораторного практикума по курсу общей физики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина / О. В. Федина. Рязань, 2011. 233с.

REFERENCES

1. Peshav AV, Patutina SYu. Conceptual model for the development of research competencies of university graduates. Bulletin of Omsk University. Series "Economist". 2022;20(4):82-93. (In Russ.).
2. Barvinok AS, Prikhodchenko EI. The structure of research competencies of engineering master's students. Bulletin of Donetsk National University. Series B: Humanities. 2020;(2):157-161. (In Russ.).
3. Zafir LN. Motivation of students for research activities. Advanced sciences. 2020;8(131):146-148. (In Russ.).
4. Kocheva MA, Gotuleva YuV, Likhacheva SYu, Yurchenko TV. Progressive development of research work of schoolchildren and students in the system of higher education. Modern problems of science and education. 2020;(2). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29684> [Accessed 20 October 2024]. (In Russ.).
5. Izhoikina LV, Petkevich AN. Development of research competence of students in the context of interaction between school and university. Modern problems of science and education. 2022;6(1). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32331> [Accessed 15 December 2024]. (In Russ.).
6. Baklanov IO, Biryukova IP. Methods and means of diagnostics of formation of competencies in laboratory workshops in natural science disciplines. Modern problems of science and education. 2020;(4). Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30016> [Accessed 15 December 2024]. (In Russ.).
7. Polovnikova LB. Virtual laboratory workshop as a means of formation of research competencies of a future engineer. Modern science-intensive technologies. 2020;4(2):311-316. (In Russ.).
8. Morev AV, Timerzyanova II. Modern methods of teaching physics in a technical university. Education. Science. Scientific personnel. 2024;(2):314-318. (In Russ.).
9. Akhmetshina GK. Actual problems of teaching the subject "Physics" in the 2022/23 academic year. Methodical recommendations. Kazan: IRO RT; 2022. 63 p. (In Russ.).
10. Fedina OV. Formation of research competencies of physics students within the framework of laboratory practical training in the course of general physics. Dissertation of cand. ped. sciences: 13.00.02. Ryazan State University named after S. A. Yesenin. Ryazan; 2011. 233 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Марковна Агибова – доктор педагогических наук, профессор, профессор межфакультетской базовой кафедры инновационных технологий обучения физико-математическим дисциплинам Северо-Кавказского федерального университета, Researcher ID: ABO-3667-2022.

Марита Альбертовна Беджаниян – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры экспериментальной физики Северо-Кавказского федерального университета, Researcher ID: MGU-4468-2025.

Оксана Александровна Нечаева – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры экспериментальной физики Северо-Кавказского федерального университета, Researcher ID: AAW-4969-2020.

Ольга Викторовна Федина – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры экспериментальной физики Северо-Кавказского федерального университета, Researcher ID: MGT-6425-2025.

ВКЛАД АВТОРОВ

Ирина Марковна Агибова. Проведение исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Марита Альбертовна Беджанян. Проведение исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Оксана Александровна Нечаева. Подготовка и редактирование текста – составление черновика рукописи и формирование его окончательного варианта, участие в научном дизайне.

Ольга Викторовна Федина. Проведение исследования – сбор, интерпретация и анализ полученных данных. Утверждение окончательного варианта – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina M. Agibova – Dr. Sci. (Ped.), Professor, Professor of the Department of Interfaculty Basic of Innovative Technologies of Teaching Physical and Mathematical Disciplines, North-Caucasus Federal University, Researcher ID: ABO-3667-2022.

Marita A. Bedzhanyan – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Experimental Physics, North-Caucasus Federal University, Researcher ID: MGU-4468-2025.

Oksana A. Nechaeva – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Experimental Physics, North-Caucasus Federal University, Researcher ID: AAW-4969-2020.

Olga V. Fedina – Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Experimental Physics, North-Caucasus Federal University, Researcher ID: MGT-6425-2025.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Irina M. Agibova. Conducting research – data collection, analysis and interpretation.

Approval of the final manuscript – acceptance of responsibility for all types of the work, integrity of all parts of the paper and its final version.

Marita A. Bedzhanyan. Conducting research – data collection, analysis and interpretation.

Approval of the final manuscript – acceptance of responsibility for all types of the work, integrity of all parts of the paper and its final version.

Oksana A. Nechaeva. Text preparation and editing – drafting of the manuscript and its final version, contribution to the scientific layout.

Olga V. Fedina. Conducting research – data collection, analysis and interpretation.

Approval of the final manuscript – acceptance of responsibility for all types of the work, integrity of all parts of the paper and its final version.