

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ И
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ
SAFETY CULTURE AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS
DEVELOPMENT OF PLACEMENT TERRITORIES
NUCLEAR INDUSTRY FACILITIES

<https://doi.org/10.26583/gns-2025-02-10>

EDN VZAVKJ

Оригинальная статья / Original paper



Фрейм как инструмент нейропедагогики в обучении студентов математике

Н.П. Василенко  , Н.Ю. Шапошникова

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация

 NPVasilenko@mephi.ru

Аннотация. В статье представлен опыт обучения математическим дисциплинам с использованием методов и средств нейропедагогики в ВИТИ НИЯУ МИФИ студентов, ориентированных на работу в атомной отрасли. Авторами рассматривается фрейм как современный инструмент нейропедагогики, позволяющий будущим работникам атомной отрасли освоить профессиональные дисциплины. Авторами описан способ применения фреймов при изучении темы «Функции нескольких переменных», так как в атомной отрасли часто используются процессы, одновременно зависящие от нескольких переменных, обеспечивающие эксплуатацию и безопасность АЭС. Тема изучается на первом курсе, а знания по теме востребованы на всех курсах обучения при изучении профессиональных дисциплин, написания курсовых и дипломных работ, конкурсных работ по атомной тематике и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: атомная отрасль, обучение студентов, математика, нейропедагогика, фрейм-технологии.

Для цитирования: Василенко Н.П., Шапошникова Н.Ю. Фрейм как инструмент нейропедагогики в обучении студентов математике. *Глобальная ядерная безопасность*. 2025;15(2):100–106. <https://doi.org/10.26583/gns-2025-02-10>

For citation: Vasilenko N.P., Shaposhnikova N.Yu. Frame as a neuropedagogical tool in teaching mathematics. *Global Safety*. 2025;15(2):100–106. (In Russ.). <https://doi.org/10.26583/gns-2025-02-10>

Frame as a neuropedagogical tool in teaching mathematics

Nadezhda P. Vasilenko  , Nadezhda Yu. Shaposhnikova

Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russian Federation

 NPVasilenko@mephi.ru

Abstract. Abstract. The article presents the experience of teaching mathematical disciplines using neuropedagogical methods and tools at the VETI NRNU MEPhI to students focused on working in the nuclear industry. The authors consider the frame as a modern neuropedagogical tool that allows future nuclear industry workers to master professional disciplines. The authors describe how frames can be used when studying the «Functions of several variables» topic as processes that depend on several variables simultaneously are often used in the nuclear industry to ensure the operation and safety of nuclear power plants. The topic is studied in the first year, and its knowledge is in demand in all courses when studying professional disciplines, writing term papers and theses, competitive works on nuclear topics and in further professional activities.

Keywords: nuclear industry, student education, mathematics, neuropedagogy, frame technologies.

Введение

Ядерная энергетика – это довольно сложная и обширная наука, требующая наиболее точного и эффективного математического моделирования для обеспечения безопасной работы ядерных установок. Функции нескольких переменных (ФНП) играют важную роль в данном процессе, так как в атомной отрасли часто используются процессы, одновременно зависящие от нескольких переменных. С помощью ФНП появляется возможность описывать взаимосвязи различных процессов, а также явлений, протекающих в ядерных реакторах. Их применяют для анализа наиболее благоприятного и безопасного сценария работы реактора. Так, например, для поддержания стабильной цепной реакции деления ядер в атомном реакторе важно учитывать такие параметры как: концентрация топлива, плотность теплоносителя, коэффициент размножения нейтронов, температура активной зоны. Для оценки прочности реактора используют многофакторные зависимости, такие как: напряжение материала, давление внутри корпуса, разность температур между внешней и внутренней стенкой, длина элемента конструкции¹. Множество формул для расчетов тех или иных ядерных процессов, зависящих от нескольких переменных: расчет нейтронного потока в активной зоне реактора; анализ устойчивости ядерной реакции; оптимизация управления процессом охлаждения реактора и др. [1]. Кроме того, применение функций нескольких переменных в области культуры безопасности атомных электростанций позволяет делать расчеты в моделировании аварийных ситуаций, оптимизации системы защиты, оценки рисков для персонала [2]. Все это говорит о том, что использование функций нескольких переменных является неотъемлемой частью проектирования и эксплуатации оборудования атомной энергетике, обеспечивая возможность комплексного анализа сложных физи-

ческих явлений и оптимизации режимов работы ядерных установок.

Важность знаний ФНП, их учет, изменение, максимальные и минимальные значения, градиент, интегралы, дифференциальные уравнения, расчеты вероятностных событий, необходимых для моделирования различных процессов ядерной энергетике, ставит перед педагогами математических дисциплин проблему – дать прочные знания студентам при ограниченном времени изучения новой для них темы. Это осложняется и тем, что тема изучается на первом курсе, когда студенты еще не осознают ее значимости для успешного дальнейшего освоения профессиональных дисциплин, написания курсовых и дипломных работ, конкурсных работ по атомной тематике и в дальнейшей профессиональной деятельности. Следовательно, необходимы новые методы и средства обучения, позволяющие решить данную проблему.

Современная педагогика характеризуется новыми подходами к обучению, что обусловлено достижениями интеллектуальных технологий и их средствами². Ранее знания о методах и средствах обучения получали из пособий и учебников по педагогике, педагогической психологии, но развитие компьютерных технологий в обучении ориентировало нас уже на новые современные источники, не отрицающие основы педагогики, но использующие новейшие информационно-коммуникационные и психологические технологии.

Общие положения

Не так давно педагоги ориентировались на применение в своей практике «педагогического колеса» как педагогическое мышление приложениями. Данная методическая модель, предложенная в 2016 г. австралийским педагогом А. Каррингтоном, объединяет в единой схеме технологии (приложения, сервисы и программы) с образовательными целями и дает преподавателю понимание

¹ Общие положения обеспечения безопасности исследований ядерных установок. – Режим доступа: <https://nrs-journal.ru/upload/iblock/7cb/np-033-0121.pdf> (дата обращения: 10.11.2024).

² Современное образование детей: что изменилось за 20 лет. – Режим доступа: <https://gb.ru/blog/sovremennoe-obrazovanie-detej/> (дата обращения: 10.11.2024).

решаемых задач, возможных подходов и цифровых ресурсов в соответствии с критериями отбора приложений для образования: знание/понимание, применение, анализ, оценка, создание³.

Современный период развития педагогических разработок в области обучения характеризуется усилением внимания педагогов к разработкам ученых в области нейропедагогике, которая рассматривается как междисциплинарная область, объединяющая нейронауки, психологию и педагогику, и связана с интеграцией достижений нейропсихологии и нейробиологии в педагогическую практику, утверждая новые направления ее развития [3].

Нейропедагогика имеет давнюю историю. Основанием для ее становления и развития ученые отмечают деятельность Л.С. Выготского в области возрастной и педагогической психологии и основоположника нейропсихологии А.Р. Лурии [4,5]. Но именно в наше время, когда сеть Интернет, компьютерные обучающие программы, разработки по искусственному интеллекту, видеолекции, различного рода тренажеры могут обеспечить не только передачу учебной информации на любое расстояние и в любое время, но главное – обеспечить индивидуальный подход к темпу и способам обучения. Все это говорит о том, что «в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) заложен главный резерв «дифференцированной дидактики»» [6].

Кроме того, в настоящее время ученые и практики оперируют таким понятием как «нейроинтеграция в обучении», которое рассматривается как подход в педагогике и психологии, направленный на использование современных научных знаний о работе мозга и нервной системы для повышения эффективности учебного процесса. Для создания условий, которые способствуют лучшему восприятию, обработке и запоминанию информации обучающимися, предла-

гаются методы, направленные на улучшение восприятия, обработки и запоминания информации путем активизации различных областей мозга, эффективность которых основана на последних исследованиях нейронауки и психологии⁴.

Нейропедагогика в обучении в настоящее время для образования настолько актуальна, что в вузах открывается направление магистратуры с профилем «Нейропедагогика», где ведется подготовка педагогов в области компетентностно-развивающей модели обучения, основанной на достижениях нейронаук⁵.

Рассматривая нейротехнологии в профессиональном образовании, ученые отмечают, что цифровизация учебной деятельности привела к «возникновению новой формы обучения – акселератной – обеспечивающей интенсификацию познавательной деятельности путем сокращения времени изучения учебной программы», суть которой заключается в ускорении темпа учения путем использования фреймовых технологий, позволяющих сокращать время изучения учебного материала. Акселератная форма обучения обеспечивается визуализацией учебной информации. Преобразованная в видеоряд информация служит опорой умственных и практических действий. Наглядность информации может быть выражена в виртуальных материалах, объектах, процессах, имитирующих реальную действительность, в изобразительных (слайды, рисунки, фото) и символических (схемы, таблицы) формах [7].

Нейропедагогика в изучении математики предлагает методики и упражнения, направленные на развитие именно тех областей мозга, которые отвечают за успешность изучения математики; определяет новые подходы к индивидуализации процесса обучения,

⁴ Как нейроинтеграция внедряется в образовательные процессы? – Режим доступа: <https://blog.internativa.biz/chto-takoe-nejrointegraciya-i-kak-ona-menyat-mir/> (дата обращения: 12.02.2025).

⁵ 3 варианта магистратуры ТГУ им. Г.Р. Державина по профилю «Нейропедагогика» и специальности 44.04.01 Педагогическое образование. – Режим доступа: <https://tambov.postupi.online/vuz/tgu-im-g-r-derzhavina/progrmma-magistr/12532/varianti/> (дата обращения: 12.02.2025).

³ Педагогическое колесо: педагогическое мышление приложениями. – Режим доступа: <https://frf.mipt.ru/news/pedagogicheskoe-koleso-pedagogicheskoe-myshlenie-prilozheniyami/> (дата обращения: 26.12.2024).

выделяя методы обучения, соответствующие особенностям конкретного обучающегося. Как отмечалось выше, именно фреймовые технологии нейропедагогики обучения в настоящее время наиболее актуальны при изучении математики в вузе.

Фреймовые технологии для математиков не новинка, ранее математики использовали технологии интенсификации обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала В.Ф. Шаталова, которые и в настоящее время представлены печатной продукцией для всех классов и разделов математики [8].

С развитием возможностей цифровизации образования педагоги стали применять фреймовые технологии – интеллект-карты как инструмент визуализации учебного материала на уроках математики, опираясь на творческий подход преподавателя и обучающегося. В настоящее время существует множество вариантов компьютерных программ для составления интеллект-карт, которые в нейропедагогике рассматриваются как психолого-педагогические технологии и как технологии визуального обучения [9,10].

В настоящее время для обобщенного понятия фреймовых технологий используется понятие «фрейм» (каркас, структура, система, рама) как визуальный метод и средство представления информации, что позволяет развивать образное мышление и облегчает понимание сложных понятий в математике. Особенно это актуально при интенсификации познавательной деятельности студентов первых курсов, так как часть материала изучена ими в школе или техникуме, а часть материала совершенно новая и может вызывать затруднения, которые для каждого студента индивидуальны.

Анализ имеющихся публикаций позволяет выделить особенности и важность применения фреймов при изучении математики в вузе:

1) знания, которые получают обучающиеся, усваиваются и хранятся в долговременной памяти в сжатом виде в виде фреймов, в свя-

зи с этим и представлять сами знания в процессе обучения необходимо тоже в виде фреймов;

2) при представлении знаний в виде фреймов учебный материал структурируется определенным образом в специально организованной последовательности (разнообразные таблицы, схемы, графики), что позволяет кратко и наглядно отражать содержание основных разделов и тем дисциплины, логику курса в целом и методику его изложения.

Результаты и обсуждения

Рассмотрим реализацию данного подхода при изучении математики в ВИТИ НИЯУ МИФИ. Опыт организации изучения математики с использованием фреймов, позволил определить наиболее эффективную методику их применения, представленную в таблице 1.

Одним из результатов такой работы можно считать исследовательский интерес студентов к темам математики, а именно, применения знаний в различных сферах деятельности. Иллюстрацией исследовательского интереса к теме ФНП является совместный доклад со студентами по теме «Функции нескольких переменных в атомной энергетике». В процессе подготовки темы был проведен опрос 72 студентов 1-3-х курсов. Результаты опроса показали: знают, что такое ФНП отметили 94% студентов, в каких областях профессиональной деятельности они применяются – 65,3%, но лишь 50% считают, что изучение данной темы необходимо для их профессиональной деятельности [11].

Кроме того, были изучены материалы сборников конференций «Студенческая весна» ВИТИ НИЯУ МИФИ за последние три года и оказалось, что в большинстве выступлений студентов при описании, проведении расчетах и моделировании процессов атомной энергетике применялись формулы с заданными функциями нескольких переменных.

Таблица 1. Составляющие фреймовой технологии [составлено авторами]**Table 1.** Frame technology components [compiled by the authors]

Совместная работа по составлению фреймов			
№	Этапы составления фреймов	Действия преподавателя	Действия студента
1	После изучения первого раздела дисциплины	Фрейм составляется под руководством преподавателя как обобщение темы: выделение главного и алгоритм построения, совместное обсуждение вопросов, которые должны быть отражены во фрейме	Фрейм составляется в соответствии с рекомендациями преподавателя рукописно на одном листе или с использованием компьютерных технологий в удобной форме, а на обороте листа приводятся примеры применения ФНП в атомной отрасли
2	После изучения других разделов	Консультирует студентов	Самостоятельно составляет фрейм
3	По одной из тем, изучаемых по методике «перевернутый класс»	Преподаватель готовит материалы по изучаемой теме для составления фрейма	Студенты изучают самостоятельно тему по материалам, подготовленным преподавателем, создают фрейм и на лекции обсуждают тему по подготовленным фреймам
Использование фреймов в процессе обучения			
1	На практических занятиях по математике	Отработка применения формул при решении задач	
2	Подготовка к экзамену	Систематизация знаний по теме, отраженных во фрейме, помогает осмысленно подготовиться к экзамену	
3	На практических занятиях по профильным дисциплинам	Применение формул для решения профессиональных кейсов, подготовки докладов и написания курсовых работ	

Заключение

В заключении можно сделать вывод о том, что фреймовые технологии и фрейм как средство нейропедагогики при изучении математики является необходимым и эффективным элементом методики преподавания.

Составление фреймов при изучении теоретического материала по математике обеспечивает систематизацию знаний, возможность видеть логические связи между вопросами, темами и разделами изучаемой дисциплины, развитие мышления, в том числе творческого, активизацию познавательной деятельности в целом, сокращение времени на изучение теоретической части курса.

На практических занятиях систематическое обращение к фрейму позволяет хорошо запомнить математические формулы, понять их применение и научиться использовать их при решении задач и при подготовке к экзамену. Кроме того, постоянное обращение к фреймам на практических занятиях по профильным дисциплинам, при выполнении расчетов в курсовых, дипломных и конкурсных работах обеспечивает прочность знаний, так необходимо в атомной отрасли для наиболее точного и эффективного математического моделирования в целях обеспечения безопасной работы ядерных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Савандер В.И., Увакин М.А. Физическая теория ядерных реакторов. Ч. 2 Теория возмущений и медленные нестационарные процессы: Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. 152 с. Режим доступа: [Московский инженерно-физический институт](#) (дата обращения: 12.02.2025).

Savander V.I., Uvakin M.A. Physical theory of nuclear reactors. Part 2 Theory of perturbations and slow unsteady processes: Moscow: NRNU MPhI, 2013. 152 p. (In Russ.). Available at: [Московский инженерно-физический институт](#) (accessed: 12.02.2025).

2. Альбицкая Е.С. Методика количественной оценки культуры безопасности. *Atomnaya tekhnika za rubezhom*. 2018;2:17–33. Режим доступа: https://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-tehnika-za-rubezhom_2018_v2/p17/ (дата обращения: 01.03.2025).

Albitskaya E.S. Methodology of quantitative assessment of safety culture. *Nuclear technology abroad*. 2018;2: 17–33. (In Russ.). Available at: https://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-tehnika-za-rubezhom_2018_v2/p17/ (accessed: 01.03.2025).

3. Лыжин А.И., Феоктистов А.В., Шаров А.А. Тренды применения нейротехнологий в образовании. Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: материалы 27-й Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 19–20 апреля 2022 г. Научный редактор В.А. Федоров. Российский государственный профессионально-педагогический университет. Екатеринбург, 2022. С. 201–204. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_49758157_72031228.pdf (дата обращения: 03.03.2024).

Lyzhin A.I., Feoktistov A.V., Sharov A.A. Trends in the application of neurotechnologies in education. Innovations in professional and vocational pedagogical education: proceedings of the 27th International Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg, April 19–20, 2022. Scientific editor V.A. Fedorov. Russian State Vocational Pedagogical University. Yekaterinburg, 2022. P. 201–204. (In Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_49758157_72031228.pdf (accessed: 26.12.2024).

4. Тункун Я. А. Основы нейропедагогтики: история, теория и практика Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. 2008;33(73/2):203–208. [https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/33\(73\)2/tunkun_33_73_2_203_208.pdf](https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/33(73)2/tunkun_33_73_2_203_208.pdf) (дата обращения: 26.12.2024).

Tunkun Ya.A. Fundamentals of neuropedagogy: history, theory and practice *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*. 2008;33(73/2):203–208. (In Russ.). Available at: [https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/33\(73\)2/tunkun_33_73_2_203_208.pdf](https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/33(73)2/tunkun_33_73_2_203_208.pdf) (accessed: 26.12.2024).

5. Хуторова М.Н. Становление нейропедагогтики как науки. Актуальные вопросы права, образования и психологии: сборник научных трудов. 2022;10:244–248. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_49835948_56278207.pdf (дата обращения: 26.12.2024).

Khutorova M.N. Formation of neuropedagogy as a science. Current issues of law, education and psychology: a collection of scientific papers. 2022;10:244–248. (In Russ.). Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_49835948_56278207.pdf (accessed: 26.12.2024).

6. Тарасов А. Нейрооткрытия меняют педагогику. Здоровье детей. 2008;3 Режим доступа: <https://zdd.1sept.ru/article.php?id=200800312> (дата обращения: 12.02.2025).

7. Зеер Э.Ф., Сыченко Ю.А., Журавлева Е.В. Нейротехнологии в профессиональном образовании: рефлексия их возможностей. *Педагогическое образование в России*. 2021;3:8–15. https://doi.org/10.26170/2079-8717_2021_03_01

Zeer E.F., Sychenko Y.A., Zhuravleva E.V. Neurotechnologies in professional education: reflection of their possibilities. *In pedagogical education in Russia*. 2021;3:8–15. https://doi.org/10.26170/2079-8717_2021_03_01

8. Вирановская Е.В. Методы обучения математике. Технологии интенсификации обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала (В.Ф. Шаталов) Орск: Издательство ОГТИ, 2008. 119 с. Режим доступа: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/8709/1/4064_20140127.pdf (дата обращения: 16.12.2024).

Viranovskaya E.V. Methods of teaching mathematics. Technologies for the intensification of learning based on schematic and symbolic models of educational material (V.F. Shatalov) Orsk: OGTI Publishing House, 2008. 119 p. (In Russ.). Available at: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/8709/1/4064_20140127.pdf (accessed: 26.12.2024).

9. Полицинская Е.В., Лизунков В.Г. Концептуальные основы внедрения нейропедагогтики в образовательный процесс вуза. *Инженерное образование*. 2023;34:17–26. DOI 10.54835/18102883_2023_34_2

Politsinskaya E.V., Lizunkov V.G. Conceptual foundations for introducing neuropedagogy in the university education. *Engineering education*. 2023;34:17–26. DOI 10.54835/18102883_2023_34_2

10. Евдощкина Ю.А., Руденко В.А., Практико-ориентированная технология формирования культуры безопасности выпускников, ориентированных на работу в атомной отрасли. *Глобальная ядерная безопасность*. 2017;4(25):122–129. Режим доступа: <https://viti-mephi.ru/sites/default/files/pages/docs/gyb.2017.4.pdf> (дата обращения: 12.02.2025).

Evdoshkina Y.A., Rudenko V.A. Pedagogical model of forming safety culture of graduating students oriented to work in atomic industry. *Global nuclear safety*. 2017;4(25):122–129. (In Russ.). Available at: <https://viti-mephi.ru/sites/default/files/pages/docs/gyb.2017.4.pdf> (accessed: 12.02.2025).

11. Иванова Д.Д., Мартыненко Е.Н., Василенко Н.П. Функции нескольких переменных в атомной энергетике. Студенческая научная весна – 2025: сборник тезисов Всероссийской научно-практической молодежной конференции, Волгодонск, 14–18 апреля 2025 г. Москва: НИЯУ МИФИ; Волгодонск: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2025. С. 367–368. https://viti-mephi.ru/sites/default/files/pages/docs/sbornik_tezisov_snv-2025_2_2.pdf

Ivanova D.D., Martynenko E.N., Vasilenko N.P. Functions of several variables in the nuclear power industry. Student scientific spring – 2025: collection of abstracts of the All-Russian Scientific and Practical Youth Conference, Volgodonk, April 14–18, 2025. Moscow: NRNU MEPHI; Volgodonk: VETI NRNU MEPHI, 2025. P. 367–368. (In Russ.). Available at: https://viti-mephi.ru/sites/default/files/pages/docs/sbornik_tezisov_snv-2025_2_2.pdf (accessed: 26.05.2025).

ВКЛАД АВТОРОВ:

Василенко Н.П. – изучение теоретических источников по проблематике, разработка материалов исследования, практические разработки по теме, организация совместных со студентами исследований, написание текста статьи;

Шапошникова Н.Ю. – применение и апробация на практических занятиях по математике.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ:

Работа выполнена без внешних источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Надежда Петровна Василенко, кандидат педагогических наук, доцент, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация.

<https://orcid.org/0000-0001-7054-1302>

e-mail: NPVasilenko@mephi.ru

Шапошникова Надежда Юрьевна, преподаватель, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Российская Федерация.

e-mail: NYShaposhnikova@mephi.ru

AUTHORS' CONTRIBUTION:

Vasilenko N.P – studying theoretical sources on the subject, developing research materials, practical developments on the topic, organising joint research with students, writing the text of the article;

Shaposhnikova N.Yu. – application and testing in practical mathematics classes.

FUNDING:

The study has no external funding.

CONFLICT OF INTEREST:

No conflict of interest.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Nadezhda P. Vasilenko, Cand.Sci. (Educ.), Associate Professor, Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region, Russian Federation.

<https://orcid.org/0000-0001-7054-1302>

e-mail: NPVasilenko@mephi.ru

Nadezhda Yu. Shaposhnikova, Lecturer, Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region, Russian Federation.

e-mail: NYShaposhnikova@mephi.ru

Поступила в редакцию / Received 10.03.2025

После доработки / Revision 09.06.2025

Принята к публикации / Accepted 10.06.2025