

КОМПЛЕКСНЫЙ ПРАКТИКООРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМЫ “ДЕЙСТВИЕ ТОКОВ И ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА” ДЛЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

А.А. Платонов, Е.М. Тетелева

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск

INTEGRATED APPROACH TO THE STUDY OF THE TOPIC “THE EFFECT OF CURRENTS AND FIELDS ON THE HUMAN BODY” FOR MEDICAL STUDENTS

A.A. Platonov, E.M. Teteleva

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

Реферат

Цель: Создание комплекса практикоориентированных мероприятий, способствующих более глубокому пониманию студентами-медиками темы “Действие токов и полей на организм человека”.

Материал и методы: Для более успешного освоения темы авторы предлагают комплекс практикоориентированных мероприятий, включающий три шага. Первый шаг – использование демонстраций на лекциях, которые дадут студентам первичные представления о токах и полях; второй шаг – закрепление полученных теоретических знаний на лабораторных работах; третий шаг – расширение знаний о практическом применении токов и полей в терапевтических целях непосредственно в медицинском учреждении.

Результаты: Предложенный комплекс практикоориентированных мероприятий способствует более прочному и глубокому пониманию студентами изучаемой темы. Вызывает положительный отклик у студентов, позволяет приобрести необходимые практические умения и навыки. У студентов создаются более прочные связи между физикой, биологией и медициной.

Заключение: Использование комплекса практикоориентированных приемов в процессе обучения физике студентов медицинского вуза способствует лучшему пониманию изучаемой темы. Однако полностью оценить это возможно только спустя некоторое время, когда студенты вернутся к этой теме уже на старших курсах в рамках специальных медицинских дисциплин.

Ключевые слова: высшее медицинское образование, практикоориентированный подход, медицинская физика, действие токов и полей

Abstract

Purpose: Creation of a set of practice-oriented activities that contribute to a deeper understanding by medical students of the topic “The effect of currents and fields on the human body”.

Material and methods: To master the topic more successfully, the authors propose a set of practice-oriented activities that include three steps. The first step is to use demonstrations in Physics lectures that will give students a basic understanding of currents and fields; the second step is to consolidate the theoretical knowledge gained in laboratory work; the third step is to expand knowledge about the practical application of currents and fields for therapeutic purposes directly in a medical clinic.

Results: The proposed set of practice-oriented activities contributes to a stronger and deeper understanding of the topic by students. It provokes a positive response from students, allows them to acquire the necessary practical skills. Students are creating stronger connections between physics, biology and medicine.

Conclusion: The use of a set of practice-oriented techniques in the process of teaching Physics to students of a medical university contributes to a better understanding of the topic under study. However, it is possible to fully assess this only after some time, when students return to this topic already in senior courses in the framework of special medical disciplines.

Key words: medical students, practice-oriented approach, medical physics, the effect of currents and fields

E-mail: platonovaa@petrsu.ru

<https://doi.org/10.52775/1810-200X-2025-105-1-69-75>

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется применению информационных технологий в образовательном процессе, особенно в высших учебных заведениях. Толчком к этому послужила глобальная цифровизация общества и экономики. В новой образовательной постиндустриальной парадигме на первый план выходит приобретение образования для самореализации человека и образование через всю жизнь. Безусловно сложно сегодня представить современного специалиста, не владеющего информационными технологиями в своем профессиональном поле. Другое дело – использование цифровых технологий в процессе обучения, которое, по мнению авторов, не всегда оправдано. Например, отдавая предпочтение цифровым технологиям вместо реальных демонстраций и реальных практических и лабораторных работ, образовательный процесс теряет свою практикоориентированность и становится более теоретизированным, что ведет за собой снижение качества подготовки будущего специалиста. Использование цифровых технологий в процессе обучения в большей степени должно играть вспомогательную роль и не заменять, где это возможно реальные демонстрации и установки. Даже специалисты по медицинской физике, проходящие виртуальные курсы, отмечают что “несмотря на преимущества, которые имеет виртуальный формат, живое общение не заменит ничто” [1].

В настоящий момент значительно сократилось количество научных публикаций, связанных с практикоориентированным подходом. В зарекомендовавшей себя базе научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU [2] по запросу “информационные технологии” обнаруживается 253966 публикаций, а по запросу “практикоориентированный подход” всего 7312, что почти в 35 раз меньше. Если же сузить поиск только для сферы образования, то по запросу “информационные технологии в образовании” получаем 40956 публикаций, а по запросу “практикоориентированный подход в образовании” 377, что более чем в сто раз меньше.

Таким образом, тема представленная авторами, актуальна.

Достоинства практикоориентированного подхода в образовании очевидны, это и многосенсорное восприятие окружающего мира, и развитие умений и навыков, и даже развитие социальных навыков учащихся. Человек обладает многосенсорной системой восприятия окружающего мира и для успешного обучения важно, чтобы в учебном процессе участвовало как можно больше органов восприятия. Константин Дмитриевич Ушинский писал: “чем больше органов наших чувств принимает участие в восприятии какого-либо впечатления, или группы впечатлений, тем прочнее ложатся эти впечатления в нашу механическую, нервную память, вернее сохраняются ею и легче, потом вспоминаются” [3]. Для получения более полной информации об изучаемом объекте или явлении необходимо давать возможность студентам как можно больше взаимодействовать с ним. При этом у студентов формируются необходимые умения и навыки, а значит и целый комплекс компетентностей.

В настоящее время включение практикоориентированного подхода в процесс обучения приобретает еще большую значимость в связи с изменениями, которые происходят с самими обучающимися. Современные студенты являются сетевыми личностями, это означает, что они испытывают потребность в удовлетворении коммуникативных и гносеологических нужд на пике интереса [4]. В дополнение многие из обучающихся обладают так называемым клиповым мышлением, когда информация воспринимается фрагментами, а не целиком. Таким образом, для сегодняшних студентов как конкурентоспособных будущих специалистов приобретение прочных практических умений и навыков будет играть одну из ключевых ролей.

Практикоориентированный подход приобретает наибольшую значимость при обучении студентов медицинских вузов.

Для использования в своей будущей профессиональной деятельности наукоемких технологий студентам необходимо обладать базо-

выми знаниями физики. На действии токов и полей основывается работа многих медицинских приборов для диагностики и лечения пациентов. Одна из задач будущего медика – понимать, на чем основан принцип действия таких приборов и как они влияют на организм человека. Решение данной задачи осложняется рядом факторов: а) уменьшение количества часов на дисциплину в учебных планах; б) низкий уровень стартовых знаний по физике у студентов. Последнее связано с тем, что большинство будущих студентов обучались по химико-биологическому профилю и не уделяли физике большого внимания. Таким образом, целью настоящего исследования является разработка комплекса практикоориентированных приемов и мероприятий для изучения темы “Действие токов и полей на организм человека”.

Материал и методы

Тема “Действие токов и полей на организм человека” выбрана не случайно. Токи и поля могут оказывать как положительное, так и негативное воздействие на организм человека. Знание и соблюдение правил безопасности при работе даже с самыми простыми устройствами помогает сохранить жизнь и здоровье в быту. Для современного врача это наиболее актуально, когда в медицине разрабатываются все новые наукоемкие технологии, от грамотного использования которых зависит жизнь пациентов. С другой стороны, ряд медицинских приборов и установок, используя возможности воздействия токов и полей на организм, помогают в работе врачей и используются в хирургии, диагностике и терапии. Таким образом, выбранная тема – одна из центральных в курсе физики для медицинских направлений подготовки.

Раздел “Электричество и магнетизм” является наиболее сложным и абстрактным для обучающихся. Поэтому использование практикоориентированных приемов позволяет студентам лучше понять и ощутить те процессы и явления, которые изучаются, а использование их в комплексе, по мнению авторов, даёт наилучший образовательный результат.

На изучение темы “Действие токов и полей на организм человека” в рабочей программе дисциплины отведено 4 академических часа, однако для закрепления данной темы в лабораторном практикуме предусмотрено выполнение трех лабораторных работ, что позволяет применить, за-

крепить и расширить полученные знания на практике. Дополнительно для студентов организуется экскурсия в физиотерапевтический кабинет современного медицинского учреждения, где специалист знакомит их с современными физиотерапевтическими приборами, что даст возможность студентам еще раз закрепить полученные при изучении темы знания. Таким образом, комплекс практикоориентированных мероприятий будет включать три шага. Первый шаг – использование демонстраций на лекциях, которые дадут студентам первичные представления о токах и полях; происходит актуализация остаточных школьных знаний, раскрываются новые знания о физических основах применения электрических токов, электрических и магнитных полей в медицинских целях. Второй шаг – закрепляем полученные теоретические знания на лабораторных работах. Студенты в процессе подготовки к лабораторным работам углубляют и расширяют теоретические знания. В процессе выполнения, получают навыки использования нескольких медицинских терапевтических приборов, проверяют на практике действие токов и полей на различные биологические ткани и организм человека. Третий шаг – студенты расширяют знания о практическом применении токов и полей в терапевтических целях непосредственно в медицинском учреждении. Рассмотрим каждый из шагов подробнее.

Лекции

На лекциях студенты вспоминают основные понятия, связанные с электрическим током: электрический ток и его виды, единицы измерения электрического тока и плотности тока, закон Ома в цепях постоянного тока. Рассматривается, как меняется закон Ома в цепях переменного тока, изучается влияние характера сопротивления (активное, реактивное) на протекание тока. Знакомятся с понятием импеданса как полного сопротивления биологических тканей электрическому току. Важно при этом, что в связи с наличием в нашем организме емкостного сопротивления, импеданс изменяется в зависимости от частоты тока. Обусловлено это строением биологических тканей и процессами в них. Наличие этих особенностей позволяет оценивать жизнеспособность тканей в трансплантологии. Также рассматривается применение понятия импеданса в диагностике заболеваний сосудов (реография). Студенты знакомятся с физиологическим действием токов различных частот, пороговыми значениями токов (ощутимый, неотпускающий)

и их зависимостью от частоты (даже напряжения в десятки киловольт могут быть безопасными при определенных частотах). Рассматривается травмирующее действие тока, а также применение тока разных частот в медицине (гальванизация, электрофорез, диатермия, дарсонвализация, диатермотомия, диатермокоагуляция). Так как протекание тока связано с возникновением полей, то обязательно на лекции рассмотреть действие электрических и магнитных полей на биологические организмы и их применение в медицине (магнитотерапия, франклизация, УВЧ и СВЧ терапия).

Для подкрепления теоретических знаний возможно использовать следующие реальные эксперименты с привлечением студентов:

- ✓ Демонстрация действия постоянного тока при помощи электрофорной машины. Студенты берутся за руки и образуют замкнутую цепь, при замыкании которой каждый участник получает незначительный удар током. Эксперимент демонстрирует студентам, что человек является проводником электрического тока. Студент в прямом смысле слова пропускает это знание через себя. Дополнительный плюс у эксперимента в том, что в нем одновременно участвуют сразу все присутствующие. Однако, во время эксперимента необходимо обязательно соблюдать правила безопасности и исключить из эксперимента студентов, имеющих кардиостимуляторы или серьезные проблемы с сердцем.
- ✓ Демонстрация действия переменного тока при помощи катушки Тесла. Участник эксперимента касается молний катушки рукой. При проведении данного эксперимента можно обсудить несколько моментов: первый – почему при касании человек не испытывает боль, и второй – почувствовать тепловое действие тока.
- ✓ Демонстрация действия полей. Можно использовать любую из множества вариантов – скрепка и магнит, электромагнит и выпрыгивающие кольца, свечение плазменных шаров в поле катушки Тесла и т.д. Основная идея – показать студентам, что поле – это особый вид материи, который мы никак не видим и не ощущаем, пока оно не начинает действовать.

Уровень усвоения теоретического материала существенно повышается при подкреплении его на практике. Особенно это важно, когда лекционный материал подается в очень сжатом виде. Поэтому на следующем шаге из-

учения темы студенты выполняют лабораторные работы по изученной теме.

Лабораторная работа “Изучение дисперсии импеданса биологических тканей”

Изучение пассивных электрических свойств биологических объектов имеет большое значение для понимания их структуры и физико-химических свойств. Биологические ткани обладают свойствами как проводников, так и диэлектриков. Наличие свободных ионов в клетках и тканях обуславливает проводимость этих объектов. Диэлектрические свойства биологических объектов определяются структурными компонентами и явлениями поляризации. При наложении внешней разности потенциалов в тканях возникает противоположно направленное электрическое поле, которое значительно уменьшает приложенное внешнее поле и обуславливает высокое удельное сопротивление постоянному току (порядка 10^6 – 10^7 Ом·см). При этом сначала возникают те виды поляризации, которые имеют меньшее время релаксации. Более полную информацию о биологическом объекте можно получить при измерении его электропроводности (сопротивления) на переменном токе. Также может быть составлена эквивалентная электрическая схема биологических тканей. Работа позволяет студентам изучить зависимость величины импеданса от частоты электрического тока (дисперсию импеданса) для биологической ткани и провести сравнительный анализ дисперсии импеданса для «живой» и «мертвой» тканей. Для выполнения работы используется измеритель импеданса ВМ-507, позволяющий измерять полное сопротивление в пределах от 1 Ом до 10 МОм в широком диапазоне частот 5 Гц – 0,5 МГц. В процессе работы студенты сначала исследуют импеданс биологического объекта с помощью эквивалентных схем и выявляют среди них наиболее точно моделирующую живую ткань. Затем изучают дисперсию импеданса для растительных тканей, чтобы убедиться в пригодности данного метода для оценки жизнеспособности биологических тканей.

Лабораторная работа “Физические основы высокочастотной электротерапии”

В процессе подготовки к данной лабораторной работе студенты более глубоко (по сравнению с материалами лекции) изучают физические ос-

новы использования электромагнитных колебаний в лечебных целях. Знакомятся с устройством и принципом действия аппарата для УВЧ-терапии. Существенной особенностью многих физиотерапевтических аппаратов является отдельный колебательный контур, к которому подключаются электроды. Этот контур называют терапевтическим. Терапевтический контур в целях безопасности больного индуктивно связан с контуром генератора, так как индуктивная связь исключает возможность случайного попадания больного под высокое постоянное напряжение, которое практически всегда имеется в генераторах колебаний. Знания о безопасности используемых в медицине приборов, несомненно, важны для будущих врачей. Студенты исследуют на опыте действие высокочастотного электрического поля, возникающего между двумя электродами (без контакта с электродами), на проводники и диэлектрики. Выполняют эксперимент (с предварительной настройкой прибора) по одновременному воздействию этого поля на касторовое масло (диэлектрик) и раствор поваренной соли (проводник) (рис. 1). Снимают зависимость температуры жидкостей от времени и строят графики. В результате эксперимента студенты подтверждают информацию, полученную на лекции о тепловом воздействии УВЧ электрического поля на диэлектрик (более сильном, чем на проводник), и приходят к выводу, что данное поле можно использовать для прогревания диэлектрических тканей организма (например, кости). Закрепляют знания о том, что в зависимости от частоты электрического поля можно добиться выделения тепла в определенных тканях организма без воздействия на окружающие ткани, т.е. ока-



Рис. 1. Установка для исследования влияния УВЧ поля на проводники и диэлектрики

зывать селективное воздействие. Далее студенты знакомятся на практике с ультравысокочастотной индуктотермией (метод физиотерапии, при котором на организм действует УВЧ магнитное поле, создаваемое соленоидом, состоящим из нескольких витков медного толстого провода, помещенных в пластмассовый кожух). Используется тот же аппарат для УВЧ-терапии, но электроды заменяются индуктором (аппликатором). При этом в тканях возникают токи Фуко, приводящие к появлению тепла. Тепловой эффект тем больше, чем меньше удельное сопротивление проводящих тканей. С помощью осциллографа студенты определяют параметры сигнала УВЧ. Данная работа дополнительно актуализирует навыки определения цены деления шкалы приборов (используются термометры с разной ценой деления), работы с осциллографом и измерения с его помощью параметров сигналов.

Лабораторная работа “Изучение электронной терапевтической аппаратуры”

Работа знакомит студентов с аппаратами для процедуры местной дарсонвализации и ультразвуковой терапии. Дарсонвализация была первым методом ВЧ терапии, предложенным еще в конце 19-го века французским врачом и физиком Д'Арсонвалем (дополнительная возможность для реализации межпредметных связей с историей медицины). В данной процедуре используется воздействие с лечебной целью колебаний с частотами 110–260 кГц. Колебания имеют резкий затухающий характер и испускаются отдельными порциями с паузой между ними (рис. 2). Средняя мощность этих колебаний незначительна и тепловой эффект почти отсутствует. При этом начальные колебания в каждой серии имеют высокое напряжение (до нескольких десятков кВ), обуславливая основное физиологическое воздействие. Студентам предлагается познакомиться с местной дарсонвализацией, когда воздействие оказывается через кожу или доступные слизистые оболочки электрическим разрядом, возникающим между поверхностью тела и электродом. При этом оказывается стимулирующее, возбуждающее, а в отдельных случаях и легкое прижигающее действие. В процессе работы студенты выполняют два упражнения. В одном определяют с помощью осциллографа частотные параметры местной дарсонвализации – наблюдают форму сигнала и рассчитывают частоту ВЧ колебаний и модулирующих импульсов. В другом, на себе (обратная часть кисти руки) проводят процедуру

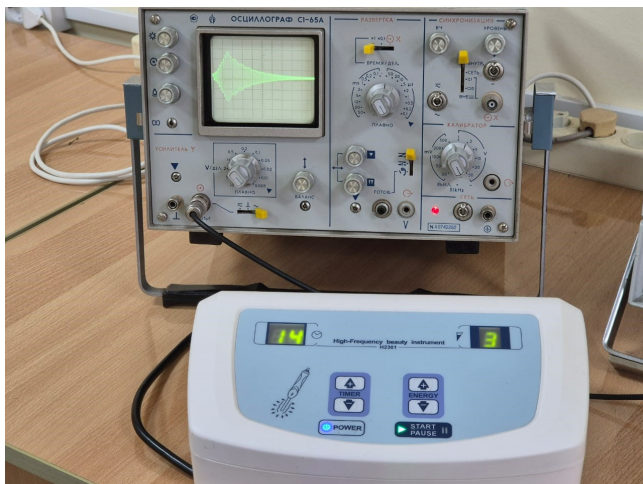


Рис. 2. Пример регистрации высокочастотного сигнала с аппарата для местной дарсонвализации

местной дарсонвализации (с соблюдением мер гигиены) на различных мощностях и описывают свои наблюдения. Данная лабораторная работа также знакомит студентов с применением в терапевтических целях ультразвуковых колебаний, явлением кавитации (используется для закрепления лекционных знаний в области звука и ультразвука, что за пределами тематики статьи, но преследует те же цели).

Экскурсия в физиотерапевтический кабинет

Для закрепления полученных знаний и создания еще более прочных связей между физикой и будущей профессией студенты посещают физиотерапевтический кабинет современной клиники. Таким образом, полученные теоретические знания на лекции и мини-исследования, которые студенты провели самостоятельно на лабораторных работах, находят свое дополнительное подтверждение и применение непосредственно в медицинском учреждении. Студенты знакомятся с различными видами физиотерапевтических методик, многие из которых основаны на действии токов и полей на организм человека, среди них как уже знакомые студентам по лекциям и лабораторным работам, так и более современные. Такие как:

- ✓ интерференционная терапия – воздействие на организм несколькими токами средних частот, при котором результирующее действие в тканях определяется интерференцией этих токов;
- ✓ электротерапия – дозированного воздействия электрических токов на организм,

магнитных или электромагнитных полей (гальванизация, электрофорез и др.);

- ✓ внутритканевая электростимуляция (ВЭС) – стимуляция мышечных и нервных тканей высокочастотными электрическими импульсами;
- ✓ вакуумная электродная терапия – совмещает электростимуляцию и вакуумный массаж;
- ✓ ТЭНС-терапия – транскутанная (чрескожная) электрическая нейростимуляция (ТЭНС) – стимуляция нервных тканей электрическим током через электроды на поверхности кожи;
- ✓ дарсонвализация;
- ✓ магнитно-резонансная терапия – воздействие на организм вихревым магнитным потоком;
- ✓ sis-терапия – силовые импульсные системы – воздействие на ткани организма магнитными полями; и др.

Такое разнообразие физиотерапевтических методик и различных современных медицинских устройств не оставляет равнодушных среди присутствующих. Студенты с большим интересом участвуют в экскурсии, являясь активными слушателями – задают вопросы, пытаются разобраться в тонкостях и особенностях различных физиотерапевтических методов.

Результаты

Предложенный комплекс мероприятий при изучении темы “Действие токов и полей на организм человека” основан на использовании ряда практикоориентированных приемов, направленных на включение как можно больше органов восприятия в процесс обучения для лучшего понимания и запоминания материала.

Первый шаг – это использование демонстраций на лекциях, во время которых студенты получают первичные представления о токах и полях. Здесь, конечно, можно возразить и указать на то, что первичные знания студенты получили еще в школе, однако, ввиду причин, о которых говорилось во введении, сегодняшние студенты медицинских вузов имеют низкий уровень знаний по физике. Предложенные авторами демонстрации являются простыми в исполнении, однако, вызывают бурю положительных эмоций у обучающихся.

Шаг второй – закрепляем полученные теоретические знания при выполнении лабораторных работ “Изучение дисперсии импеданса биологических тканей”, “Физические основы высо-

кочастотной электротерапии”, “Изучение электронной терапевтической аппаратуры”. Студенты под руководством преподавателя исследуют влияние токов и полей на различные системы. Выполнение лабораторных работ позволяет студентам объединить знания физики, биологии и медицины, дополнительно повторить правила техники безопасности при работе с электрооборудованием под напряжением. Выполнение работ на действующем медицинском физиотерапевтическом оборудовании обладает дополнительными преимуществами – одно его использование наглядно связывает медицину и физику. Оформляя лабораторные работы и отвечая на контрольные вопросы к ним, студенты структурируют и расширяют полученные знания, что также способствует саморефлексии студента – осознанию и пересмотру своих представлений.

Шаг третий – создаем более прочные связи между физикой и медициной, посещая физиотерапевтический кабинет современной клиники. Студенты знакомятся с различными методами физиотерапии непосредственно в медицинском учреждении, видят разнообразие устройств и приборов, принцип работы большей части которых основан на действии токов и полей. Таким образом, каждый следующий шаг способствует более глубокому пониманию студентами изучаемой темы, а значит именно комплекс практикоориентированных приемов позволит достичь поставленной образовательной цели.

Заключение

Использование комплекса практикоориентированных приемов в процессе обучения способствует лучшему пониманию студентами изучаемой темы. В зарубежной литературе можно встретить понятие “embedded knowledge”, которое понимается как “знание, находящееся в теле”, т.е. сенсорно-моторное знание. Ученые отмечают следующее: “В нашем физическом взаимоотношении с миром, абстрактная идея играет наименее доминантную роль, мы связываемся с миром в меньшей степени через познание разумом, а в большей – через чувства восприятия, как говорится, когда мы чувствуем качество живой

травы под ногами или сопротивление кусочков дерева стамеске” [5]. Как показывает наш трехлетний опыт использования комплексного подхода при изучении темы “Действие токов и полей на организм человека”, он дает хороший результат. Однако полностью его оценить можно только спустя некоторое время, когда студенты возвращаются к этой теме уже на старших курсах на различных специальных медицинских дисциплинах, но при этом имея уже прочную основу знаний с первого курса.

Список литературы

1. Виртуальный региональный учебный курс по физике клинической лучевой терапии. Медицинская физика. 2024; (1): 121-5. Virtual regional training course on the physics of clinical radiation therapy. Medical Physics. 2024; 1: 121-5 (In Russ).
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Электронный ресурс. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения 30.01.2025). Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU. An electronic resource. URL: <https://elibrary.ru> (accessed 30.01.2025).
3. Ушинский КД. Собрание сочинений, Том 2. Педагогические статьи 1857–1861. Москва–Ленинград: Академия педагогических наук РСФСР. 1948; 659 с. Ushinsky CD. Collected Works, Vol. 2. Pedagogical articles 1857-1861. Moscow-Leningrad: Academy of Pedagogical Sciences of the RSFSR. 1948; 659 p (In Russ).
4. Ахаян АА. Сетевая личность как педагогическое понятие: приглашение к размышлению. Письма в Эмиссия. Оффлайн. 2017; 8. URL: <http://www.emissia.org/offline/2017/2560.htm> (дата обращения 30.01.2025). Ahayan AA. Network personality as a pedagogical concept: an invitation to reflection. Letters to the Issue. Offline. 2017; 8. URL: <http://www.emissia.org/offline/2017/2560.htm> (accessed 30.01.2025) (In Russ).
5. Baillie C, Moore I. Effective learning and teaching in engineering. New York: Routledge Falmer, 2004; 240 p.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 31.01.2025. Принята к публикации: 10.03.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 31.01.2025. Accepted for publication: 10.03.2025.