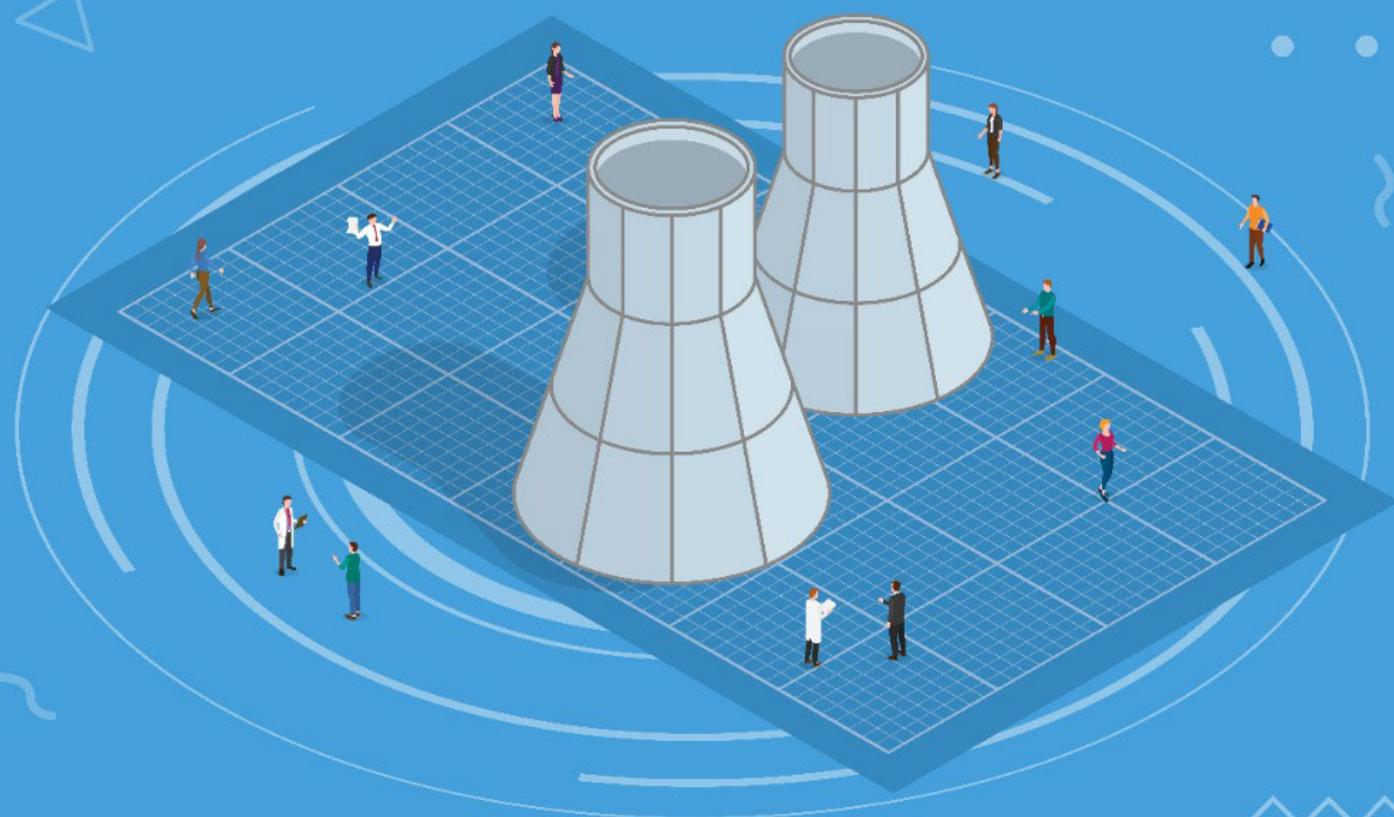


электронный научно-методический журнал

Методология и технология непрерывного профессионального образования



Metodologiya i tekhnologiya nepreryvnogo
professionalnogo obrazovaniya

ISSN 2687-1629

№1 (17) 2024

**Методология и технология непрерывного профессионального образования.
Электронный научно-методический журнал открытого доступа**

Журнал является сетевым периодическим изданием (16+)

Сайт журнала:

<http://nscpe.com>

Периодичность издания:

4 раза в год

Учредитель:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Издатель:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

E-mail: rsmu@rsmu.ru

Сайт: <http://rsmu.ru>

Тел.: +7 (495) 434-14-22

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС 77-75491 от 05.04.2019

Адрес редакции журнала:

117997, г. Москва,
ул. Островитянова, д. 1
E-mail: J-mt-npo@yandex.ru
Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции

Выпуск №1(17) 2024

Подписано в печать 21.03.2024

Выход в свет 29.03.2024

При копировании или использовании материалов ссылка на журнал обязательна

Редакционная коллегия:

Председатель редакционного совета к.м.н. Природова О.Ф. – проректор по послевузовскому и дополнительному образованию, зав. кафедрой организации профессионального образования и образовательных технологий ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.М. Пирогова Минздрава России

Главный редактор

д.психол.н. Никишина В.Б. – директор института клинической психологии и социальной работы, зав. кафедрой клинической психологии ИКПСР ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.М. Пирогова Минздрава России

Выпускающий редактор:

Запесоцкая Ирина Владимировна

Ответственный секретарь:

Моргун Алексей Николаевич

E-mail: J-mt-npo@yandex.ru

Рецензенты:

Природова О.Ф. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Никишина В.Б. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Моргун А.Н. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Запесоцкая И.В. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Фомина М.А. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Эттингер А.П. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Буромский И.В. (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)
Ефремова Г.И. (ФГБУ РАО)
Лазаренко В.А. (ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России)
Менделевич В.Д. (ФГАОУ ВО КФУ)
Клюева Н.В. (ФГБОУ ВО ЯрГУ им. П.Г. Демидова)
Илмарс Стонанс (Riga Stradins University)
Тастан Тастанбек (МАПН, Казахстан)
Gerhard Lenz (Австрия)

**Methodology and technology of continuing professional education.
Open Access Electronic Scientific and Methodological Journal**

The journal is a network electronic scientific and methodological publication (16+)

Website of the journal:

<http://nscpe.com>

The frequency of issue of the journal:

4 issues per year

Editor/Founder:

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Russian National Research Medical University named after Pirogov N.I.” the Ministry of Health of the Russian Federation

Publisher:

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Russian National Research Medical University named after Pirogov N.I.” the Ministry of Health of the Russian Federation

E-mail: rsmu@rsmu.ru

<http://rsmu.ru>

Phone: +7 (495) 434-14-22

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Registration number ЭЛ № ФС 77-75491 from 05.04.2019

The editorial staff of the journal:

1 Ostrovityanova st. Moscow 117997
E-mail: J-mt-npo@yandex.ru
The opinion of the authors may not coincide with the viewpoint of the editors

Issue № 1(17) 2024

Signed to print 21.03.2024

Publication 29.03.2024

Before printing or when using the material of the journal, a link to the journal should be noted

Editorial Board:

Chairman of the editorial board

PhD Prirodova O. F. – Vice-Rector for Postgraduate and Additional Education, Head. Department of Organization of Vocational Education and Educational Technologies of the Federal Postgraduate Educational Institution of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian National Research Medical University named after N.M. Pirogov Ministry of Health of Russia

Chief editor

PhD Nikishina V.B. – Director of the Institute of Clinical Psychology and Social Work, Head. Department of Clinical Psychology ICPSR of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Russian National Research Medical University named after N.M. Pirogov Ministry of Health of Russia

Copy editor: Irina Zapesotskaya

Assistant Editor: Alexey Morgun

E-mail: J-mt-npo@yandex.ru

Sponsoring editors:

Prirodova O.F. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Nikishina V.B. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Morgun A.N. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Zapesotskaya I.V. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Fomina M.A. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Ettinger A.P. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Buromskiy I.V. (Pirogov Russian National Research Medical University)
Efremova G.I. (Russian Academy of Education)
Lazarenko V.A. (Kursk State Medical University)
Mendelevich V.D. (Kazan (Volga region) Federal University)
Klyueva N.V. (P.G. Demidov Yaroslavl State University)
Ilmars Stones (Riga Stradins University)
Tastan Tastanbek (The International Academy of Psychological Science, Kazakhstan)
Gerhard Lenz (Austria)

Содержание

Contents

6	6
Слово редактора	Editor's word
Природова О.Ф.	Prirodova O.F.
<hr/>	
7	7
Проблемы и перспективы преподавания медицинской и биологической физики в медицинских вузах	Problems and prospects for teaching medical and biological physics in medical universities
Мачнева Т.В.	Machneva T.V.
<hr/>	
13	13
Особенности преподавания физики в медицинских вузах у студентов разных специальностей.	Features of teaching physics in medical universities to students of different specialties.
Мачнева Т.В., Филатов В.В.	Machneva T.V., Filatov V.V.
<hr/>	
20	20
Физика для фармацевтов: структура и содержание дисциплины, образовательные технологии, особенности преподавания.	Physics for pharmacists: structure and content of the discipline, educational technologies, teaching features.
Буравлев Е.А.	Buravlev E.A.
<hr/>	
27	27
Физика для стоматологов: структура и содержание дисциплины, образовательные технологии, особенности преподавания	Physics for dentists: structure and content of the discipline, educational technologies, teaching features
Федорова В.Н., Квашнина Ю.А.	Fedorova V.N., Kvashnina Yu.A.
<hr/>	
37	37
Анализ различий в подходах к преподаванию дисциплины «физика» студентам лечебного, педиатрического, стоматологического и фармацевтического профиля	Analysis of differences in approaches to teaching the discipline "physics" to medical, pediatric, dental and pharmaceutical students
Буравлев Е.А., Федорова В.Н., Дигурова А.И., Филатов В.В.	Buravlev E.A., Fedorova V.N., Digurova A.I., Filatov V.V.

45	45
Обучение математике в медицинском вузе как неизбежность	Teaching mathematics in medical school as an inevitability
Немченко О.Ю., Сыздыкова А.Б.	Nemchenko O.Yu., Syzdykova A.B.
<hr/>	
53	53
Решение физических задач как инструмент формирования профессиональных компетенций врача и провизора	Solving physical problems as a tool for developing professional competencies of doctors and pharmacists
Дигурова И.И.	Digurova I.I.
<hr/>	
61	61
Преподавание физики и математики в медицинских вузах в условиях дистанционного обучения	Teaching physics and mathematics in medical universities in distance learning
Кягова А.А.	Kyagova A.A.
<hr/>	
69	69
Формирование научного стиля русской речи у иностранных учащихся на занятиях по физике	Formation of the scientific style of Russian speech among foreign students in physics classes
Дигурова И.И.	Digurova I.I.
<hr/>	
76	76
Билингвальное обучение иностранных студентов. Преподавание физики и математики иностранным студентам в медицинских вузах.	Bilingual education for foreign students. Teaching physics and mathematics to foreign students in medical universities.
Смирнова З.М.	Smirnova Z.M.

СЛОВО РЕДАКТОРА



Уважаемые коллеги!

Широкая и острая востребованность высококвалифицированных кадров в настоящее время является основным фактором развития профессионального образования. Общественный запрос на решение сложных социальных, производственных, индустриальных задач – это вызов современному профессиональному образованию, источник творческого преобразования, стимул поиска новых ответственных решений. Медицинское образование, без преувеличения являясь одним из наиболее традиционных и академически сложных, тем не менее всегда активно реагирует на острые социальные проблемы, а профессия врача всегда являлась и является одной из самых востребованных. Длительность и многоступенчатость медицинского образования тому подтверждение, свидетельствующее о том, что профессиональная и личностная ответственность врача связана с нелегким трудом познания.

Пристальное внимание к технологичности профессионального образования, к его соответствию острым социальным запросам, делает современное образование акцентированным на профессионализации, на необходимости формирования профессиональных навыков, позволяющих специалисту быстро и эффективно решать возникающие в практике задачи. Последнее можно только приветствовать, однако, при этом есть риск замещения образования как всестороннего (профессионального, культурного, интеллектуального, личностного, социального, творческого и др.) развития специалиста его профессионализацией, и, как следствие, возникновения т.н. рисков профессионализации, когда образование становится сугубо практико-

нормированным процессом, при котором снижается способность принимать нестандартные, надситуативные решения, а мотивация к развитию всегда имеет внешний ситуативный локус своей причины.

Роль фундаментальных дисциплин как формирующих культуру научного мышления, расширяющих границы возможного в формируемой картине мира и традиционно и в актуальном временном плане, в профессиональном образовании является одной из ведущих, а их присутствие в учебных планах подготовки специалистов – гарантом надежности и всесторонности получаемого образования.

Настоящий спецвыпуск журнала «Методология и технология непрерывного профессионального образования» является одним из многих результатов длительного межкафедрального сотрудничества на базе Российского национального исследовательского медицинского университета им.Н.И.Пирогова. Это сотрудничество представлено совместным циклом повышения квалификации для преподавателей естественнонаучных дисциплин «Методика преподавания физики и математике математики в медицинском вузе», а материалы спецвыпуска – методической рефлексией педагогического опыта, которым делится кафедра физики и математики педиатрического факультета РНИМУ им.Н.И.Пирогова со своими коллегами.

Приглашаем читателей нашего журнала к ознакомлению с педагогическим опытом наших коллег и надеемся на продолжение нашего сотрудничества.

Председатель редакционного совета журнала «Методология и технология непрерывного профессионального образования», проректор по послевузовскому и дополнительному образованию ФГАО ВО РНИМУ им.Н.И.Пирогова Минздрава России, к.м.н., доцент
Природова Ольга Федоровна.

УДК 61-378:577.3:37.014.5
DOI:10.24075/MTCP.E.2024.01

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В МЕДИЦИНСКИХ ВУЗАХ

Т.В. Мачнева¹

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы преподавания физико-математических дисциплин в медицинских вузах Российской Федерации. Обсуждаются основные проблемы и перспективы данных дисциплин в структуре современного высшего медицинского образования. Представлен опыт кафедры физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова в совершенствовании учебного процесса.

Ключевые слова

медицинское образование, качество образования, мотивация студентов, медицинская и биологическая физика, физика, математика.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Мачнева Татьяна Вячеславовна, machneva_tv@internet.ru

Физико-математические дисциплины формируют многие компетенции будущего врача. Несомненно, что выпускник медицинского вуза должен знать основные законы физики, физические явления и закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека; характеристики и биофизические механизмы воздействия физических факторов на организм; физические основы функционирования медицинской аппаратуры, устройство и назначение медицинской аппаратуры [1, 2].

Медицинское образование, как и любое другое образование, формируется тремя основными составляющими: образовательные технологии, оценочные средства и компетенции.

В настоящее время компетенции разделяют на три группы: универсальные, общепрофессиональные и профессиональные. Представленность дисциплины в той или иной образовательной программе зависит от того, какие компетенции и в каком объёме эта дисциплина формирует.

Физико-математические дисциплины формируют очень многие универсальные компетенции, а также общепрофессиональные и профессиональные. В настоящее время всё большее значение придаётся профессиональным компетенциям. Однако недостаточно сформированные универсальные и общепрофессиональные компетенции сужают кругозор выпускника вуза.

В связи с этим необходимо отметить, что физико-математическое образование ценится в первую очередь не из-за того, что специалисты умеют решать задачи или знают много формул. А из-за того, что за счёт логичности, структурированности, системности и сложности физико-математических дисциплин у специалистов широко развиты универсальные компетенции. В том числе очень важно развитие таких компетенций для будущего врача, так как врач – это очень сложная, комбинированная, комплексная специальность. Фундаментальные дисциплины в первую очередь формируют такие универсальные компетенции, как системное и критическое мышление, самоорганизация и саморазвитие, безопасность жизнедеятельности.

¹ Паспорт Стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 года и на плановый период до 2030 года. https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/057/382/original/Стратегия_цифровой_трансформации_отрасли_Здравоохранение.pdf?1626341177 (дата обращения 25.02.2024 г.)

² Указ Президента РФ от 6 июня 2019 г. N 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года». <https://base.garant.ru/72264534/> (дата обращения 25.02.2024 г.)

³ «Роль прорывных медицинских технологий в условиях новых вызовов» Материалы заседания Совета по региональному здравоохранению при Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации (Совет Федерации, 25 февраля 2022 года). http://council.gov.ru/activity/analytics/analytical_bulletins/135007/ (дата обращения 25.02.2024 г.)

Универсальные и общепрофессиональные компетенции отражают способность врача выстраивать верный алгоритм при постановке диагноза, при выработке правил лечения, при работе с медицинской аппаратурой, при обработке различных данных [4]. Кроме того, многие врачи участвуют в научных исследованиях, а в науке знание физико-математических дисциплин несомненно и необходимо.

Новые перспективы физико-математических дисциплин в структуре медицинского образования связаны и с развитием различных технологий, в том числе цифровых, и с внедрением этих технологий в медицинскую практику.

Помимо этого, при обучении будущих врачей важен междисциплинарный подход. Важность изучения современных технологий и междисциплинарный подход зафиксирован и в различных документах МЗ РФ, Президента РФ и Совета Федерации РФ, где отражена необходимость развития высокотехнологичной медицинской помощи и интеграции достижений современной технологии в медицинское образование.

Для эффективного применения технологий врачом в практической деятельности необходима в том числе физико-математическая подготовка. Будущие врачи должны быть знакомы с различными современными технологиями и с алгоритмами и правилами их применения в медицине^{1,2,3}.

Большая часть обозначенных вопросов в медицинском вузе решается при преподавании студентам таких дисциплин как **медицинская и биологическая физика, биофизика** или **физика и математика**. В разных образовательных программах возможны варианты в названиях.

Курс физики позволяет сформировать необходимые компетенции и подготовить будущего врача к профессиональной деятельности в условиях бурно развивающихся технологий.

Так, например, врачу необходимо понимание принципа и устройства медицинского оборудования [2]. В связи с этим важной частью в преподавании физико-математических дисциплин в медицинском вузе является лабораторный

практикум, который позволяет будущим специалистам познакомиться с:

- методами получения и обработки медицинских данных;
- различными видами медицинского оборудования и основными принципами его функционирования.

Такой практикум является обязательным в курсе физики в любом медицинском вузе. В рамках рабочей программы дисциплины «Физика, математика» в РНИМУ им. Н.И. Пирогова формируются такие универсальные компетенции, как УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий» и УК-8 «Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов». Формированию этих компетенций посвящены все лабораторные работы практикума, так как при их выполнении студент анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению; идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности; решает проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности и участвует в мероприятиях по предотвращению чрезвычайных ситуаций на рабочем месте.

Кроме очевидных разделов лабораторного практикума важной частью является, как ни странно, и получение минимальных навыков врача по ремонту этого оборудования. Если у врача нет никаких базовых представлений об устройстве и основных принципах работы медицинского оборудования, то небольшая неисправность может привести к остановке лечебного процесса.

Будущие выпускники должны знать и основные принципы метрологии, и физические принципы материаловедения, и основы статистической обработки данных и др. Все эти знания студенты медицинских вузов получают на кафедрах физики и математики.

Необходимо отметить, что врач должен понимать и что такое физические факторы, по какому принципу эти факторы действуют. Тем более что нас окружает очень много различных физических факторов, и они могут быть как естественного, так и искус-

ственного происхождения. Роль этих факторов важна и в лечебном, и в диагностическом, и в профилактическом направлениях.

Полученные физико-математические знания и обозначенные цели и задачи в полном объёме реализуются в последующем на старших курсах при изучении медико-биологических и клинических дисциплин, а в дальнейшем и в профессиональной деятельности.

При всей очевидности и необходимости преподавания таких фундаментальных дисциплин в медицинском вузе существуют и проблемы. Можно определить основные сферы, в которых проблемы обнаруживаются [4]:

1. Мотивация и профессиональная подготовка педагогов;
2. Мотивация студентов;
3. Фундаментальная подготовка студентов по физико-математическим дисциплинам.

В связи с чем наблюдается недостаточное внимание к физико-математическим дисциплинам в системе медицинского образования? В первую очередь это выражается в повсеместном снижении количества часов учебной нагрузки по физико-математическим дисциплинам, часов аудиторной работы со студентами, в объединении физики и математики с другими дисциплинами [2]. В решении данного вопроса помимо прочего играет роль профессиональная подготовка, а также мотивация преподавателей. Необходимо отметить, что преподавателям необходимо повышать квалификацию и получать знания в области смежных дисциплин, так как **медицинская и биологическая физика и математика** в медицинском вузе предполагают широкую междисциплинарность. В ином случае у будущих выпускников формируется негативное отношение к физике и математике как не связанному со специальностью предмету [1, 2]. Мотивация студентов формируется благодаря пониманию значения и применимости знаний, полученных на занятиях по физике и математике. Так студент должен изучать и понимать роль фундаментальных законов физики в вопросах биологии, медицины, различных медико-биологических наук.

В рамках развития этой парадигмы на кафедре физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова каждое занятие связано с медицинским или медико-биологическим направлением. Со студентами обсуждается практическая применимость тем дисциплины в последующей профессиональной деятельности, или ее важность при обучении на других специализированных кафедрах. Большинство учебных и контрольно-измерительных материалов

подготовлено на основе связи дисциплины с медико-биологической и медицинской направленностью.

Заметной проблемой в реализации физико-математических дисциплин в медицинском университете является недостаточная фундаментальная подготовка студентов. В связи с нацеленностью абитуриентов медицинских вузов к профильным ЕГЭ по химии и биологии в старших классах школ внимание к математике, а тем более к физике у будущих студентов минимальное [3]. В результате необходимая школьная программа по физике и математике зачастую осваивается недостаточно. Это приходится учитывать при подготовке рабочих программ дисциплин и при выстраивании занятий с различными группами студентов. Зачастую задача осложняется тем, что в одной группе могут учиться студенты с различным уровнем подготовки по физике и математике.

Одним из способов решения данной проблемы на кафедре физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова стало активное использование такой формы учебной работы, как самостоятельная работа студентов. В рамках этой формы студенты готовят конспекты, сообщения и доклады по основам фундаментальных разделов физики и математики. Тем самым студенты восполняют пробелы неувоенных ими тем из школьных программ по этим дисциплинам. Например, в начале изучения раздела «Электродинамика» в курсе медицинской и биологической физики студенты готовят домашнее задание по темам «Электрический ток» и «Электрическое поле». В частности, готовят конспект с основными законами, формулами и схемами. Такие домашние задания оцениваются и влияют на итоговый рейтинг студента, что повышает их уровень мотивации. Выполнение этих заданий помогает повысить эффективность проводимых занятий.

Если вернуться к теме профессиональной подготовки и мотивации педагогов, то важным является механизм наставничества. На кафедре физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова новые преподаватели обязательно посещают занятия опытного преподавателя. Как практические и лабораторно-практические, так и лекции.

Кроме того, наставник консультирует новых преподавателей по любым учебно-методическим и воспитательным вопросам.

Ещё одним важным аспектом работы кафедр физики и математики в медицинских вузах является то, что по большинству направлений преподавание ведётся на начальных курсах [4]. Это существенно повышает роль воспитательной работы. На кафедры приходят недавние школьники, не знакомые с режимом обучения в институте или университете, с различными видами занятий и, зачастую, с низким уровнем самодисциплины.

Преподавателям приходится затрачивать много усилий на ознакомление студентов с внутренними правилами института/университета, с системой обучения, с принципами работы на различных видах занятий и контрольно-измерительными материалами.

Также в рамках воспитательной работы кафедры физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова проводит различные внеучебные мероприятия, мотивирующие студентов к изучению медицинской и биологической физики. Так, например, проводится ежегодная олимпиада по физике в медицине, студенческие конференции, турниры «Что? Где? Когда?» и КВН с физико-математической тематикой. Кроме того, на нашей кафедре более пятидесяти лет успешно функционирует физический кружок.

Согласно ФГОС 3++, в вузе обязательно использование электронной информационно-образовательной среды. Это обеспечивает доступ как студентов, так и преподавателей к учебным, методическим и другим материалам. Кроме того, у каждого студента в электронной информационно-образовательной среде формируется портфолио, которое является одним из механизмов работы в воспитательном направлении.

В настоящее время в РФ проходит реформа системы высшего образования. Президентом РФ объявлено создание национальной системы высшего образования¹. Наши надежды связаны с решением многих вопросов преподавания физико-математических дисциплин в медицинском вузе в рамках этой реформы.

Список литературы

1. Щербакова, И.В. Особенности и динамика учебной мотивации студентов медицинского вуза / И.В. Щербакова. — Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. — 36 с.
2. Панченко, Е.И. Межпредметная интеграция курса физики, математики в медицинском вузе / Е.И. Панченко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2016. — № 4-1. — С. 244-245.
3. Ратыни, А.И. Инновационный подход к изучению физики и математики в медицинском вузе / А.И. Ратыни, Г.Ф. Габдулсадыкова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — 2014. — Т. 2, № 4-2(9-2). — С. 180-183. — DOI 10.12737/5143.
4. Гельман, В.Я. Преподавание математических дисциплин в медицинском вузе / В.Я. Гельман, Л.А. Ушверидзе, Ю.П. Сердюков // Образование и наука. — 2018. — Т. 20, № 2. — С. 88-107. — DOI 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107.

References

1. Shcherbakova, I.V. Osobennosti i dinamika uchebnoy motivatsii studentov meditsinskogo vuza / I.V. Shcherbakova. — Saratov : Izd-vo Sarat. un-ta, 2014. — 36 s.
2. Panchenko, Ye.I. Mezhpredmetnaya integratsiya kursa fiziki, matematiki v meditsinskom vuze / Ye.I. Panchenko // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. — 2016. — № 4-1. — S. 244-245.
3. Ratyni, A.I. Innovatsionnyy podkhod k izucheniyu fiziki i matematiki v meditsinskom vuze / A.I. Ratyni, G.F. Gabdulsadykova // Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. — 2014. — T. 2, № 4-2(9-2). — S. 180-183. — DOI 10.12737/5143.
4. Gel'man, V.YA. Prepodavaniye matematicheskikh distsiplin v meditsinskom vuze / V.YA. Gel'man, L.A. Ushveridze, YU.P. Serdyukov // Obrazovaniye i nauka. — 2018. — T. 20, № 2. — S. 88-107. — DOI 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107.

¹ Указ президента РФ №343 от 12.05.2023 «О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования» .<http://www.kremlin.ru/acts/news/71118> (дата обращения 25.02.2024 г).

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR TEACHING MEDICAL AND BIOLOGICAL PHYSICS IN MEDICAL UNIVERSITIES

T.V. Machneva¹

Abstract

The article discusses the issues of teaching physical and mathematical disciplines in medical universities of the Russian Federation. The main problems and prospects of these disciplines in the structure of modern higher medical education are discussed. The experience of the Department of Physics and Mathematics of the Pirogov Russian National Research Medical University in improving the educational process is presented.

Keywords

medical education, quality of education, students' motivation, medical and biological physics, physics, mathematics.

УДК 37.014.5:53:61-378
DOI: 10.24075/MTCPE.2024.02

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В МЕДИЦИНСКИХ ВУЗАХ У СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Т.В. Мачнева¹, В.В. Филатов.¹

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы преподавания физико-математических дисциплин в медицинских вузах Российской Федерации у студентов разных специальностей: лечебное дело, педиатрия, стоматология и фармация. Обсуждаются основные проблемы и пути повышения качества образования, отличия и сходства учебных программ дисциплин.

Ключевые слова

медицинское образование, качество образования, мотивация студентов, медицинская и биологическая физика, физика, математика, лечебная специальность, педиатрия, стоматология, фармация.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Machneva Tatyana Viacheslavovna, machneva_tv@internet.ru

¹Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Мачнева Татьяна Вячеславовна, machneva_tv@internet.ru

В настоящее время проблема разработки содержания рабочих программ дисциплин возлагается на профессорско-преподавательский состав кафедр вузов [1]. Кафедра физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова имеет опыт преподавания физики и математики на разных факультетах медицинского вуза. С целью увеличения междисциплинарных связей дисциплин, их практикоориентированности, повышения учебной мотивации студентов и углубления фундаментальных основ изучения дисциплин в 2022 – 2024 годах кафедра обновила рабочие программы дисциплин «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика».

При переработке и составлении программ мы обращали внимание на современный уровень разви-

тия физико-математических дисциплин, на появление новых технологий, применяемых в современной медицине и медико-биологических науках и на междисциплинарность.

В результате проведенной работы в курсах физики лечебного и педиатрического факультетов появились новые лекции (табл. 1 и 2) и лабораторно-практические занятия (табл. 3). Новые темы, введенные в курсы программ, выделены в таблицах жирным шрифтом. При этом многие другие темы были существенно переработаны с учётом современного развития технологий и медицинской науки, а также с учётом большей ориентированности на будущую профессию врача.

Таблица 1.

Список лекций по дисциплине «Физика, математика» для студентов, обучающихся по направлениям «Лечебное дело» и «Педиатрия».

№	Лекции
1	Теория вероятностей. Случайные величины и законы их распределения.
2	Биомеханика. Основы статики. Силы. Рычаги.
3	Механические свойства биологических тканей.
4	Физические вопросы гемодинамики.
5	Механические колебания и волны. Эффект Доплера. Звук. Ультразвук. Инфразвук. Применение в медицине.
6	Электрический ток. Воздействие токов и ЭМ полей на биологические ткани. Основы электрофизиотерапии.
7	Мембраны. Искусственные мембраны. Биологические мембраны. Биопотенциалы.
8	Активные электрические свойства тканей. Физические основы электрокардиографии и электроэнцефалографии.
9	Электромагнитные волны. Волновые свойства света. Оптическая когерентная томография.

Таблица 2.

Список лекций по дисциплине «Медицинская и биологическая физика» для студентов, обучающихся по направлениям «Лечебное дело» и «Педиатрия».

№	Лекция
1	Взаимодействие света с веществом: поглощение и рассеяние. Применение в медицине.
2	Элементы квантовой физики. Корпускулярные свойства света. Фотоэффект. Тепловое излучение.
3	Люминесценция. Люминесцентные методы анализа в биологии и медицине.
4	Лазерное излучение: генерация, свойства, применение в медицине.
5	Фотобиологические процессы. Фотомедицина.
6	Физические основы рентгенодиагностики и рентгенотерапии.
7	Физические основы ядерной медицины.
8	Методы неионизирующей интроскопии в медицине. Физические основы магнитно-резонансной томографии.

Таблица 3.

Список практических и лабораторно-практических занятий по дисциплинам «Физика, математика» (слева) и «Медицинская и биологическая физика» (справа) для студентов, обучающихся по направлениям «Лечебное дело» и «Педиатрия».

«Физика, математика»		«Медицинская и биологическая физика»	
1	Элементы математического анализа 1	1	Медицинская аппаратура.
2	Элементы математического анализа 2	2	Датчики, электроды и усилители в медицине. (лабораторная работа)
3	Математическая статистика 1	3	Волновые свойства света. Интерференция и дифракция света. Применение в медицине. Лабораторная работа. СР Волновые свойства света (конспект).
4	Математическая статистика 2	4	Поляризация света. Поляриметрия. (лабораторная работа)
5	Математическая статистика 3	5	Геометрическая оптика. Рефрактометрия. Волоконная оптика и ее применение в медицине. (лабораторная работа)
6	Течение и вязкость жидкостей. Поверхностное натяжение. (лабораторные работы)	6	Линзы. Микроскопия в медицине и биологии. Виды микроскопии. Лабораторная работа. СР Линзы. Лупа (конспект).
7	Механические колебания и волны. Акустика. Звук. Аудиометрия. (лабораторная работа)	7	Поглощение и рассеяние света. Концентрационная колориметрия. (лабораторная работа)
8	Механические свойства твердых тел. (лабораторная работа)	8	Физика зрения. СР Физика зрения (конспект).
9	Физические основы применения ультразвука в медицине.	9	Физические основы термографии. (лабораторная работа)
10	Электрический ток. Физические процессы в тканях при действии электрического тока. (лабораторная работа)	10	Лазеры. Лазерное излучение. СР Лазеры (конспект).
11	Электрические свойства биологических тканей. (лабораторная работа)	11	Радиоактивность. Рентгеновское излучение. СР Радиоактивность (конспект).
12	Физические процессы в тканях при действии электрических, магнитных и электромагнитных полей. (лабораторная работа)	12	Дозиметрия ионизирующих излучений.
13	Биологические мембраны. Транспорт веществ через мембраны. Осмос. (лабораторная работа)		
14	Физические основы электрокардиографии		

Так, в лекционном курсе по дисциплине «Физика, математика» для студентов, обучающихся по направлениям «Лечебное дело» и «Педиатрия» появилась лекция «Биомеханика. Основы статики. Силы. Рычаги» (табл. 1).

Лекция, посвященная механическим волнам, была дополнена разделом об инфразвуке. В теме «Мембраны» появился раздел «Искусственные мембраны», в «Активных электрических свойствах тканей» – «Электроэнцефалография», в «Электромагнитных волнах» – Оптическая когерентная томография.

В лекционном курсе по дисциплине «Медицинская и биологическая физика» для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело» и «Педиатрия», появилась лекция «Физические основы ядерной медицины» (табл.2). В лекции, посвященной рентгеновскому излучению, была добавлена рентгенотерапия, в теме «Методы неионизирующей интроскопии в медицине» появился раздел «Физические основы МРТ».

Планируя темы и содержание практических занятий на кафедре физики и математики также

Таблица 4.

Список лекций по дисциплине «Физика, математика» для студентов, обучающихся по направлению «Стоматология».

1	Механические свойства материалов
2	Элементы статики
3	Вязкость жидкости. Влажность
4	Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Адгезия
5	Электродинамика
6	Геометрическая оптика в стоматологии
7	Фотометрия. Источники света в стоматологии
8	Лазерное излучение. Лазеры в медицине
9	Рентгеновское излучение и его применение в стоматологии

большое внимание уделили междисциплинарности, современным достижениям науки и технологий, а также лабораторному практикуму (табл. 3).

При разработке рабочих программ «Физика, математика» для будущих стоматологов и «Физика» для будущих фармацевтов мы обратили внимание на существенные особенности этих направлений и отличие их от традиционных направлений «Лечебное дело» и «Педиатрия». Кроме того, приходилось ориентироваться на то, что при подготовке будущих специалистов по этим направлениям количество учебных часов существенно меньше. В результате при составлении программ был сделан акцент на наиболее важных темах для данных направлений [2, 3].

Так, при составлении списка лекций, практических и лабораторно-практических занятий для студентов, обучающихся по направлению «Стоматология»

большую часть заняли разделы, посвященные механике и оптике (табл. 4 и 5) в связи с компетенциями, формируемыми у этих студентов в рамках реализации рабочей программы дисциплины «Физика, математика»¹.

При этом есть такие темы, которые не преподаются студентам других направлений, но являются актуальными для стоматологов. Например, влажность, адгезия и тепловые свойства стоматологических материалов, геометрическая оптика и фотометрия в стоматологии и др. [2]. Все эти темы напрямую касаются физических свойств искусственных стоматологических материалов, а также биологических тканей зубов и ротовой полости. Кроме того, в этих темах раскрываются особенности применения некоторых диагностических и лечебных методов в стоматологии.

Таблица 5.

Список лекций по дисциплине «Физика, математика» для студентов, обучающихся по направлению «Стоматология».

1	Элементы математического анализа
2	Элементы теории вероятностей.
3	Основные понятия математической статистики 2
4	Механические свойства материалов 1
5	Механические свойства материалов 2
6	Течение и вязкость жидкостей. Влажность материалов и воздуха
7	Поверхностное натяжение. Капиллярные явления
8	Электродинамика. Физиотерапевтические методы в стоматологии
9	Механические колебания и волны. Звук. Ультразвук
10	Тепловые свойства материалов

¹ Рабочая программа дисциплины Б.1.0.50 «Физика, математика» для образовательной программы высшего образования - программы специалитета по специальности 31.05.03 Стоматология. https://rsmu.ru/fileadmin/templates/DOC/Discipliny/Stomatology/RP_disciplin_FGOS/RP_Fizika_matematika.pdf (дата обращения 26.02.2024 г.)

11	Геометрическая оптика. Оптическая микроскопия. Стоматологический микроскоп
12	Фотометрия
13	Лазеры в стоматологии
14	Радиоактивность. Ионизирующие излучения
15	Дозиметрия ионизирующих излучений

При составлении списка лекций, практических и лабораторно-практических занятий для студентов, обучающихся по направлению «Фармация» большую часть заняли разделы, посвященные оптике и ионизирующим излучениям (табл. 6 и 7).

При этом есть такие темы, которые не преподаются студентам других направлений, но актуальные для будущих фармацевтов. Например, оптические методы в фармации, физические свойства радиофармпрепаратов, механические явления в методах получения, обработки и анализа фармацевтических препаратов и др. [3].

Необходимо отметить, что подобное приближение рабочих программ физико-математических дисциплин («Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика») к профессиональным аспектам будущей деятельности специалистов с медицинским образованием очень важно для студентов. Это существенно повышает мотивацию студентов, увеличивает эффективность и качество учебного процесса, а в рамках междисциплинарности подготавливает студентов к изучению учебного материала на других кафедрах.

Таблица 6.

Список лекций по дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по направлению «Фармация».

1	Механика. Законы Ньютона. Законы сохранения. Кинематика и динамика вращательного движения. Физические основы центрифугирования. Центрифугирование в фармации.
2	Поверхностные явления. Мономолекулярная адсорбция жидкостью. Поверхностное натяжение жидкостей. Гемосорбция. Хроматографические методы анализа. Внутреннее трение. Закономерности течения вязкой жидкости.
3	Физические свойства биологических мембран. Транспорт веществ через мембраны. Мембранные потенциалы. Роль лекарственных средств в изменении проницаемости мембран для молекул и ионов.
4	Волновая оптика: интерференция, дифракция, поляризация. Рентгеноструктурный анализ. Вращение плоскости поляризации. Поляриметрический контроль в фармцевтике.
5	Поглощение и рассеяние света. Законы поглощения и рассеяния. Турбидиметрия и нефелометрия в анализе суспензий, эмульсий, различных взвесей и других мутных сред.
6	Элементы квантовой механики. Люминесценция. Основные параметры и законы люминесценции. Люминесцентный анализ в фармации.
7	Спектроскопия. Виды и методы спектроскопии. УФ-спектроскопия, ИК-спектроскопия, масс-спектроскопия, колебательная спектроскопия, атомно-эмиссионная спектроскопия, электронная спектроскопия.
8	Рентгеновское излучение. Ослабление потока рентгеновского излучения при взаимодействии с веществом. Рентгеноконтрастные фармпрепараты. Методы рентгенологического исследования с контрастом.
9	Радиоактивность. Взаимодействие корпускулярного и фотонного излучения с веществом. Элементы радиобиологии. Использование фармацевтических препаратов для диагностики и лечения с помощью радиоактивных изотопов.

Таблица 7.

Список практических и лабораторно-практических занятий по дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по направлению «Фармация».

1	Законы динамики. Законы сохранения. Механика вращательного движения. Физические основы взвешивания.
2	Механические колебания и волны. Ультразвук. Особенности распространения ультразвука в среде. Применение ультразвука в медицине и фармации

3	Поверхностное натяжение. Методы измерения поверхностного натяжения
4	Вязкость. Методы определения вязкости жидкостей
5	Транспорт веществ через мембраны. Осмос
6	Геометрическая оптика. Рефрактометрия в фармации
7	Микроскопия. Специальные приемы микроскопии
8	Поляризация света. Поляриметрия в фармации
9	Поглощение и рассеяние света. Концентрационная колориметрия. Использование фотоколориметрии для анализа лекарственных препаратов
10	Оптические квантовые генераторы. Метод лазерной дифракции в фармации
11	Люминесценция. Фосфо- и флюоресценция. Основные законы люминесценции. Люминесцентный анализ в фармации.
12	Рентгеновское излучение. Взаимодействие с веществом. Использование рентгеновского излучения в фармации
13	Радиоактивность. Виды радиоактивного распада. Лучевая диагностика. Радиофармпрепараты
14	Дозиметрия ионизирующих излучений. Виды доз, единицы их измерения. Естественный радиационный фон
15	Спектроскопия: виды и методы, применение в фармации. УФ-спектроскопия, ИК-спектроскопия, масс-спектроскопия, колебательная спектроскопия, атомно-эмиссионная спектроскопия, электронная спектроскопия.

Важно, что такое расширение и переработка программ учебных дисциплин также существенно повышает квалификацию и мотивацию преподавателей, приводит к развитию междисциплинарных связей, творческому отношению к учебному процессу и разработке новых учебных программ базовых дисциплин и дисциплин по выбору. В результате рефор-

мирование системы высшего профессионального образования, приведшее к самостоятельному формированию вузами рабочих программ дисциплин, возлагает на преподавателя физики и математики в медицинском вузе огромную ответственность, заставляющую в корне изменить отношение к преподавательской деятельности [1].

Список литературы

1. Плащевая, Е.В. Содержание курса физики в медицинском вузе: проблема и перспектива решения / Е.В. Плащевая, О.В. Иванчук // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – Т. 7, № 5. – С. 36.
2. Лекции по физике для стоматологов: Учебное пособие / В.Н. Федорова, Ю.Ю. Джума, Б.А. Жамбалова, Т.В. Мачнева. – Москва : Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 2018. – 144 с. – ISBN 978-5-88458-365-8.
3. Курс лекций, семинарских и практических занятий по физике для студентов-фармацевтов / Под общ. ред. А.Г. Максиной. – Москва : Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 2020. – 212 с. – ISBN 978-5-88458-484-6.

References

1. Plashcheyaya, Ye.V. Soderzhaniye kursa fiziki v meditsinskom vuze: problema i perspektiva resheniya / Ye.V. Plashcheyaya, O.V. Ivanchuk // Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya. – 2019. – T. 7, № 5. – S. 36.
2. Lektsii po fizike dlya stomatologov: Uchebnoye posobiye / V.N. Fedorova, YU.YU. Dzhuma, B.A. Zhambalova, T.V. Machneva. – Moskva : Rossiyskiy natsional'nyy issledovatel'skiy meditsinskiy universitet imeni N.I. Pirogova, 2018. – 144 s. – ISBN 978-5-88458-365-8.
3. Kurs lektsiy, seminarских i prakticheskikh zanyatiy po fizike dlya studentov-farmatsevtov Pod obshch. red. A.G. Maksinoy. – Moskva : Rossiyskiy natsional'nyy issledovatel'skiy meditsinskiy universitet imeni N.I. Pirogova, 2020. – 212 s. – ISBN 978-5-88458-484-6.

FEATURES OF TEACHING PHYSICS IN MEDICAL UNIVERSITIES TO STUDENTS OF DIFFERENT SPECIALTIES

T.V. Machneva¹, V.V. Filatov¹

Abstract

The article discusses the issues of teaching physical and mathematical disciplines in medical universities of the Russian Federation to students of different specialties: general medicine, pediatrics, dentistry and pharmacy. The main problems and ways to improve the quality of education, differences and similarities of discipline in the curricula are discussed.

Keywords

medical education, quality of education, students' student motivation, medical and biological physics, physics, mathematics, medical specialty, pediatrics, dentistry, pharmacy.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Machneva Tatyana Viacheslavovna, machneva_tv@internet.ru

ФИЗИКА ДЛЯ ФАРМАЦЕВТОВ: СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ

Е.А. Буравлев¹

Аннотация

В статье кратко рассмотрена структура и содержание курса «физика» для преподавания на первом курсе студентам фармацевтического отделения. Рассмотрены образовательные технологии и особенности преподавания, проведения лабораторных работ и контроля студентов. Также в статье отражены некоторые междисциплинарные связи, связь с Государственной фармакопеей, которые показывают необходимость понимания физических законов и принципов для будущих фармацевтов.

Ключевые слова

физика, фармация, преподавание, методика, высшее образование.

Развитие современной биологии и медицины в значительной степени обусловлено внедрением в нее достижений фундаментальных наук, в частности, физики. Многие современные методы диагностики и терапии заболеваний основаны на физических законах. В дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по специальности «Фармация», большое внимание уделено физическим основам методам исследования вещества [1].

Дисциплина «Физика» тесно связана с большим количеством дисциплин, которые студенты-фармацевты осваивают в процессе своего обучения в ВУЗе. Некоторые из междисциплинарных связей показаны на рисунке 1. Например, физические основы и принципы различных методов анализа лекарственных средств и сырья используются в таких дисциплинах как: «Физико-химические методы анализа» и «Фармакопейные методы анализа».



Рис.1. Междисциплинарные связи дисциплины «Физика»

Некоторые определенные разделы физики необходимы для специальных дисциплин. Например, физические принципы центрифугирования и воздействие ультразвуковых волн на биологические объекты важны для понимания и использования различных методов пробоподготовки образцов для качественного и количественного анализа.

Целью освоения дисциплины «Физика» в рамках специальности «Фармация» является формирование у обучающихся способности использовать основные биологические, физико-химические, химические и математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов; способности выполнять клинические лабораторные исследования третьей категории сложности, в том числе на основе внедрения новых методов и методик исследования, включая компьютерное моделирование; способности организовывать и руководить работой команды, вырабатывая ко-

мандную стратегию для достижения поставленной цели; способности использовать цифровую среду, цифровые средства и технологии, а также способности применять полученные навыки при решении профессиональных задач.

Можно выделить следующие задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- формирование основных принципов планирования эксперимента, включая последовательность шагов, приводящих к получению результата при проведении физического эксперимента;
- изучение физических явлений и закономерностей, наблюдаемых и применяемых в физических методах анализа действующих веществ и сырья;
- обучение методикам измерения значений физических величин;
- обучение основам методов колориметрии, спектрофотометрии, поляриметрии, кондуктометрии, вискозиметрии, рефрактометрии;

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Буравлев Евгений Александрович, ea.buravlev@mail.ru

- формирование навыков практического использования соответствующего физического оборудования для качественного и количественного анализа лекарственных веществ и сырья; способности определять физические свойства лекарственных веществ и сырья;
- обоснование метрологических требований к физической аппаратуре, используемой для фармацевтических исследований;
- соблюдение правил техники безопасности работы с физической аппаратурой, используемой для качественного и количественного анализа лекарственных веществ и сырья;
- формирование опыта использования методов компьютерного моделирования для исследований в фармации;
- формирование способности оценки и анализа информации, в том числе с помощью современных методов обработки информации;
- формирование навыков применения современных цифровых средств и технологий;
- развитие профессионально важных качеств личности, значимых для реализации формируемых компетенций.

К студентам, обучающимся по специальности «Фармация», предъявляются очень высокие требования:

- способность к усвоению большого объема специализированного и ориентированного материала;
- способность к запоминанию значительного количества названий и классификаций фармацевтических препаратов, действующих и вспомогательных веществ;
- владение сложной современной аппаратурой;
- умение самостоятельно находить информацию из отечественных и иностранных источников.

Дисциплину «Физика» в РНИМУ им. Н.И. Пирогова студенты-фармацевты изучают на 1 курсе в первом осеннем семестре. Она включает в себя 108 академических часов и состоит из трех разделов: «Механика. Вязкость. Электричество», «Оптика. Фотометрия» и «Основы термодинамического моделирования». Каждый раздел состоит из лекций, семинарских и лабораторно-практических занятий [2, 3]. Эти разделы включают в себя темы: «Механика», «Оптика», «Колебания и волны», «Электродинамика», «Основы квантовой физики», «Основы молекулярной физики».

В рамках изучения дисциплины «Физика», согласно ФГОС, студенты, обучающиеся по специальности «Фармация», получают одну из важнейших компетенций для их профессиональной деятельности. Эта компетенция включает в себя использование основных физико-химических, химических и математических (статистических) методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов (ОПК-1)¹.

В первом разделе «Механика. Вязкость. Электричество» в рамках дисциплины рассматриваются такие необходимые для будущих специалистов темы как «Поверхностное натяжение», «Вязкость», «Механические свойства материалов», а также базовые элементы по разделу «Электричество».

Во втором разделе «Оптика. Фотометрия» студенты проходят подробно такие разделы как «Геометрическая оптика», «Рефрактометрия», «Поляриметрия», «Волновые свойства света», «Дифракция и лазерное излучение», «Поглощение и рассеяние света», «Взаимодействие света с веществом», «Основы спектроскопии».

Третий раздел посвящен основам моделирования для фармацевтов. Целью изучения этого раздела является ознакомление студентов с видами и основами моделирования, которое применяется в фармации для разработки, производства и контроля лекарственных средств.

Компьютерное моделирование является одним из самых мощных и современных инструментов для анализа и создания лекарственных средств, а также технологий их производства. Создание новых лекарственных средств – это процесс, который требует больших затрат времени и материальных ресурсов. Компьютерное моделирование, при правильном использовании и понимании самого процесса моделирования, представляет возможность уменьшить затраты времени и ресурсов на их создание [1].

Знакомство студентов-фармацевтов с различными видами моделирования и обучение навыкам моделирования является одной из задач современного образовательного процесса.

В фармацевтической отрасли применяются различные виды моделирования, необходимые для поиска, проектирования, производства и определения эффективности лекарственных препаратов.

Можно выделить несколько основных видов моделирования:

- молекулярное моделирование;
- моделирование биологической активности действующих веществ;
- математическое моделирование фармакокинетических процессов;
- модернизация различных этапов производства фармацевтических препаратов;
- 3D моделирование и печать лекарственных препаратов.

В молекулярном моделировании действующее вещество представляет собой набор атомов, расположенных по определенным координатам. Между атомами присутствуют различные типы связей. Такая модель является начальной для расчета молекулярных свойств.

Моделирование биологической активности действующих веществ основано на структуре биолиганда и рецептора-мишени. В зависимости от того, насколько хорошо известны изначально структуры лиганда и мишени, данный вид моделирования разделяется на несколько видов (докинг, дизайн de novo, QSAR, скрининг).

При математическом моделировании фармакокинетических процессов процессы всасывания, динамики в организме, метаболизма и выделения лекарственных веществ и продуктов метаболизма представляют в виде математических уравнений или систем уравнений. Фармакокинетика определяет эффективность и безопасность применения лекарственных препаратов.

Также математическое моделирование применяется для модернизации различных этапов производства фармацевтических препаратов с целью их оптимизации.

3D моделирование и печать лекарственных препаратов – это новый, современный, развивающийся способ создания лекарственных препаратов с целью получения точной дозировки действующих веществ, а также создания индивидуальных фармацевтических препаратов. Данное направление требует наличия некоторых инженерных навыков для построения моделей.

В рамках дисциплины «Физика» в одном из разделов студенты-фармацевты первого курса знакомятся с термодинамическим моделированием.

Этот раздел представлен в виде лекций и набора лабораторно-практических работ [2]. На занятиях они знакомятся с основами молекулярного моделирования и выполняют несложные лабораторные работы по определению физических характеристик моделей (например, электрические заряды, механические колебания, дипольные моменты, энергетические характеристики) [3]. В качестве контроля усвоения материала выступает защита лабораторных работ и коллоквиум. Оформление лабораторных работ реализуется в электронном виде, коллоквиум состоит из тестовой части (в электронной образовательной системе вуза) и выполнения контрольного задания по моделированию, которое включает в себя применение полученных навыков по моделированию.

Физические принципы методов, которые осваивают студенты-фармацевты в рамках дисциплины «Физика», используются в фармакопейных методах анализа. Эти методы приведены в Государственной фармакопее РФ (XV издания, 2023 г.)¹. Она является основным нормативным документом, сборником стандартов и положений, определяющий показатели качества выпускаемых в РФ лекарственных субстанций и изготовленных из них препаратов. Также в ней указаны все разрешенные методы качественного и количественного анализа для проверки и оценки качества лекарственных препаратов, при регистрации лекарственных средств. Государственная фармакопея состоит из вводной части, основной части и приложений. Основная часть содержит 319 общих фармакопейных статей (ОФС) и 661 фармакопейную статью (ФС). В приложениях к ГФ РФ XIV издания² приведены справочные таблицы. Общая фармакопейная статья (ОФС) – государственный стандарт качества лекарственных средств, содержащий основные требования к лекарственной форме и/или описание стандартных методов контроля качества лекарственных средств.

В рамках тем «Поверхностное натяжение жидкостей» и «Вязкость жидкостей» студенты осваивают необходимые знания по темам «Основы теории мономолекулярной адсорбции» и «Физические основы хроматографических методов анализа». Данные знания необходимы для лучшего понимания такой сложной и важной темы как «Хроматографические методы анализа». Данные методы активно применяются в качественном и количественном анализе

¹ <https://fgos.ru/fgos/fgos-33-05-01-farmaciya-219/> (дата обращения 02.03.2024 г.)

¹ <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (дата обращения 02.03.2024 г.)

² <https://femb.ru/record/pharmacopea14> (дата обращения 02.03.2024 г.)

лекарственных средств. Хроматографические методы являются одними из самых важных в работе фармацевта и прописаны в Государственной фармакопее в различных аспектах. В связи с этим, изучение физических законов студентами-фармацевтами, которые описывают физические принципы физико-химических методов анализа и контроля из Государственной фармакопеи, является одной из особенностей дисциплины «Физика».

Выделяется также такая особенность преподавания дисциплины «Физика» для студентов-фармацевтов как объекты исследования, например для лабораторных работ. Основными объектами на лабораторных работах обычно являются лекарственные средства, фармацевтическое сырьё, действующие и вспомогательные вещества. Например, водные растительные экстракты, растворы глицерина, водные растворы глюкозы и хлорида натрия. Полученные в рамках дисциплины «Физика» знания позволяют сформировать представление о физических состояниях лекарственных веществ, таких, например, как: дисперсность, полиморфизм, агрегатное состояние, поверхностные свойства лекарственных средств. Эти знания необходимы для понимания различий в действии на организм человека различных лекарственных форм: порошки, мази, гранулы, эмульсии, суспензии, аэрозоли и т.д.

Особенностью проведения лабораторных работ в рамках дисциплины является точность получения результатов. Достигается это путем работы студентов в подгруппах по 2-3 человека с постоянным контролем подгрупп студентов со стороны преподавателя, а также подбором актуальных и, в то же время, простых для студентов-фармацевтов объек-

тов исследований для выполнения лабораторной работы [4].

Программа дисциплины «Физика» построена так, чтобы практически на каждом занятии студенты получали первичные практические навыки, которые они смогли бы применять в обучении по другим дисциплинам, а также в своей профессиональной деятельности.

Лекционный материал в рамках дисциплины представлен в виде классической лекции (2 ак.ч.). Лекционный материал представляется в виде презентации и очной лекции, а также оснащается дополнительным материалом, который студенты получают через электронную образовательную систему ВУЗа [5].

Контроль за усвоением материала осуществляется с помощью электронных тестов на каждом занятии, проведением коллоквиумов (по одному коллоквиуму на раздел) и проведением итогового тестирования по всему пройденному курсу.

Понимание и правильное применение знаний по физике решает ряд актуальных задач для фармацевтов в их профессиональной деятельности:

1. Создает основу для правильного понимания физических, химических и биологических процессов и действия продуктов фармацевтического производства на биологические системы;
2. Является теоретической базой современной фармацевтической техники и технологий;
3. Вооружает знанием физических методов анализа и идентификации лекарственного сырья и препаратов, а также их исследования в сложных биологических системах.

Список литературы

1. Крайнова, Е.Ю. Реализация компетентностного подхода при обучении физике студентов-фармацевтов заочного отделения / Е.Ю. Крайнова, И.А. Иродова // Ярославский педагогический вестник – 2013 – № 4 – Том II (Психолого-педагогические науки). С. 148-153.
2. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко – 4-е изд. – М: Дрофа, 2003. – 560 с.
3. Ремизов, А.Н. Сборник задач по медицинской и биологической физике: учеб. пособие / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина – 2-е изд. – М: Дрофа, 2001. – 192 с.
4. Блохина, М.Е. Руководство к лабораторным работам по физике и математике. Учебное пособие / М.Е. Блохина, В.Н. Федорова, Е.П. Лысенко, И.А. Эссаулова – 4-е изд. – Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2023. – 248 с.
5. Курс лекций, семинарских и практических занятий по физике для студентов-фармацевтов: учебное пособие; под общей ред. А.Г. Максина. – Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2020. – 212 с.

References

1. Kraynova, Ye.YU. Realizatsiya kompetentnostnogo zasedaniya pri obuchenii fizikov studentov-farmatsevtov zaochnogo otdeleniya / Ye.YU. Kraynova, I.A. Irodova // Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik – 2013 – № 4 – Tom II (Psikhologo-pedagogicheskiye nauki). S. 148-153.
2. Remizov, A.N. Meditsinskaya i biologicheskaya fizika: ucheb. dlya vuzov / A.N. Remizov, A.G. Maksina, A.YA. Potapenko – 4-ye izd. – M: Drofa, 2003. – 560 s.
3. Remizov, A.N. Sbornik zadach po meditsinskoy i biologicheskoy fizike: ucheb. posobiye A.N. Remizov, A.G. Maksina – 2-ye izd. – M: Drofa, 2001. – 192 s.
4. Blokhina, M.Ye. Rukovodstvo k laboratornym rabotam po fizike i matematike. Uchebnoye posobiye M.Ye. Blokhina, V.N. Fedorova, Ye.P. Lysenko, I.A. Essaulova – 4-ye izd. – Moskva: RNIMU im. N.I. Pirogova, 2023. – 248 s.
5. Kurs lektsiy, seminarских i prakticheskikh zanyatiy po fizike dlya studentov-farmatsevtov: uchebnoye posobiye; pod obshchey red. A.G. Maksinoy. – Moskva: RNIMU im. N.I. Pirogova, 2020. – 212 s.

PHYSICS FOR PHARMACISTS: STRUCTURE AND CONTENT OF THE DISCIPLINE, EDUCATIONAL TECHNOLOGIES, TEACHING FEATURES

E.A. Buravlev¹

Abstract

The article briefly discusses the structure and content of the physics course for teaching 1st year students of the pharmaceutical department. Educational technologies and features of teaching, laboratory work and student monitoring are considered. The article also reflects some interdisciplinary connections, the connection with the State Pharmacopoeia, which show the need to understand physical laws and principles for future pharmacists.

Keywords

physics, pharmacy, teaching, methodology, higher education.

УДК: 53:616.31:37.014.5
DOI:10.24075/МТСРЕ.2024.04

ФИЗИКА ДЛЯ СТОМАТОЛОГОВ: СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ

В.Н. Федорова¹, Ю.А. Квашнина¹

Аннотация

В обзорной статье рассматривается структура и содержание основной дисциплины «Физика, математика», преподаваемой студентам-стоматологам на первом курсе медицинского вуза. Целью дисциплины является формирование базовых теоретических и практических знаний о физических свойствах, процессах и явлениях, применяемых в стоматологии. Программа курса разработана с учетом потребностей стоматологической практики и согласована с профессионалами данной области. Занятия построены таким образом, чтобы студенты могли углубленно изучить теоретический материал, рассмотреть стоматологические примеры и приобрести практические навыки при выполнении лабораторных работ. Особое внимание уделяется самостоятельной работе студентов и контролю усвоения материала. Обучение физике для стоматологов имеет ключевое значение для успешного освоения современных физических технологий и методов, применяемых в стоматологии.

Ключевые слова

физика для стоматологов, механика, рычаги, адгезия, вязкость, влажность, тепловые свойства, оптика, лазеры, рентгеновское излучение.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Buravlev Evgeniy Aleksandrovich, ea.buravlev@mail.ru

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Квашнина Юлия Александровна, kvashnina_iua@rsmu.ru

Введение

Преподавание физики в медицинском вузе наряду с фундаментальностью дисциплины должно быть четко ориентировано на профиль обучения по разным направлениям медицины: лечебное дело, педиатрия, стоматология и др. Кафедра физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова проводит обучение студентов-стоматологов первого и второго курса Института стоматологии и Института мировой медицины по дисциплинам «Физика, математика», «Материаловедение», «Современные технологии в стоматологии», «3D-моделирование и наноматериалы в стоматологии» как на русском, так и на английском языках.

В данной статье речь пойдет о структуре и содержании основной дисциплины «Физика, математика», которая преподается на первом курсе в осеннем семестре. Основной целью дисциплины «Физика, математика» является получение студентами базовых теоретических и практических знаний о физических свойствах, процессах, явлениях наблюдаемых и применяемых в стоматологии и медицине в целом. Только после успешного прохождения основного курса физики обучающиеся могут приступить к изучению современных физических и физико-технических технологий, применяемых в стоматологии, стоматологическому материаловедению, а также к применению цифровых средств и технологий для решения профессиональных задач.

Структура и методы

Стоит отметить, что учебный курс физики для стоматологов обязательно согласовывался с профессорами и практикующими врачами-стоматологами Института стоматологии РНИМУ им. Н.И.Пирогова. Таким образом, преподавание физики обязательно проводится с упором на физические явления, принципы и методы, используемые в практической стоматологии. Занятия построены специально для стоматологов и под задачи их профессиональной деятельности: на лекциях рассматривается обязательный теоретический материал, необходимый для понимания того или иного явления; детально разбираются стоматологические примеры, учитывая особенности и специфику изучаемого материала; проводятся обязательные лабораторно-практические занятия с лабораторным оборудованием для отработки полученных знаний и приобретения навыков на практике. Существенный объем часов в дисциплине отведен на самостоятельную работу студентов по теме текущего

занятия, в рамках которой обучающиеся самостоятельно изучают и конспектируют необходимый теоретический материал, готовясь к предстоящему занятию заранее. В предварительной части семинарского занятия преподаватель осуществляет контроль самостоятельной работы студента, после чего приступает к аудиторной работе по теме текущего занятия. Аудиторная работа на занятии включает в себя: обязательное решение задач и построение графиков; работу со справочной и учебной литературой, сравнение изученных физических свойств и явлений, которые особенно важны в стоматологии; выполнение лабораторной работы; написание теста самоконтроля для проверки уровня знаний студентов по пройденной теме.

Структура учебного курса физики разбита на три раздела. В первом разделе студенты получают фундаментальные математические знания необходимые для анализа статистической обработки экспериментальных данных при решении интеллектуальных, научно-практических, клинических и статистических задач в своей профессиональной деятельности [1]. Второй раздел курса содержит лекции и лабораторно-практические занятия, посвященные механическим и тепловым свойствам биологических тканей и стоматологических материалов [2, 3]. Материал второго раздела учебного курса играет важное значение в будущем для дисциплины «Материаловедение», которая изучается на втором курсе. В третьем разделе представлены лекции и лабораторно-практические занятия по физическим основам методов диагностики и лечения в стоматологии [3]. Знания, полученные в третьем разделе физики, необходимы студентам для освоения следующего учебного курса «Современные технологии в стоматологии» и «3D-моделирование и наноматериалы в стоматологии».

Содержание и особенности преподавания

Детально рассмотрим раздел физики, посвященный механическим и тепловым свойствам биологических тканей и стоматологических материалов [1-3]. Первая лекция раздела посвящена механике, основам статики и биомеханике [3]. В рамках лекции разбираются механические свойства твердых материалов: деформация и виды деформации, способы деформирования тел; закон Гука для деформации растяжения (сжатия) и для деформации сдвига; диаграмма растяжения; ползучесть и релаксация напряжения. Вводятся характеристики для описания механических характеристик материалов

таких, как упругость, пластичность, твердость и хрупкость. После этого рассматриваются балки и виды балок. Элементы, содержащие балки, часто используются при протезировании отсутствующих зубов в стоматологии и известны как мостовидные протезы. Мостовидный протез крепится на зубах с помощью коронок со штифтами и имеет промежуточную часть, обычно представляющую собой искусственные зубы, где происходит деформация изгиба. В лекции рассматривается несколько обязательных примеров: конструкция мостовидного протеза с одной и двумя опорами на зубы, проводится анализ распределения напряжения в данной системе, решаются количественные задачи; приводятся деформации при разного рода травмах в челюстно-лицевой области; на разных моделях показываются сценарии и механизмы деформации, различные способы травмирования и переломов нижней челюсти; изучается механизм развития деформаций зубных рядов и анализируются методы устранения этих деформаций, а также сравниваются механические свойства тканей зуба [3].

Вторая часть лекции посвящена элементам статики твердого тела: равновесию твердого тела, установленного на опоре и имеющего ось вращения; моменту силы [3]. Так как рычаги играют важную роль в механике, то их свойства и применение демонстрируют студентам на примерах бытовых и медицинских инструментов. Подробно изучаются рычаги первого, второго и третьего рода. Демонстрируется правильный выбор точек опоры для эффективного использования рычагов. Приводятся примеры рычагов в организме, в стоматологических инструментах, во время операции удаления зуба, в ортодонтии. В завершение лекции делается акцент на широком применении ножниц и щипцов для различных манипуляций врачами и хирургами, а также на крайне важном соблюдении правил равновесия и моментах для предотвращения травмирования пациентов при использовании медицинских рычагов.

Механические свойства материалов играют особую важную роль для стоматологии [2], поэтому для их подробного изучения в курсе физики выделено два лабораторно-практических занятия. Вначале студенты выполняют лабораторную работу, где самостоятельно определяют значения модуля Юнга материалов [4], в том числе костной ткани методом прогиба с помощью учебной установки и сравнивают полученные результаты с литературными данными. На втором практическом занятии, посвященном твердости, прочности и методам определения

твердости, студенты экспериментально определяют значения твердости материалов методом Шора с помощью твердомера [4]. Заканчивается изучение механических свойств материалов обязательным сравнением механических характеристик тканей зуба и стоматологических материалов.

Далее, продолжая тему свойств материалов, в разделе выделен большой блок связанных лекционных и лабораторно-практических занятий, посвященных вязкости [1], влажности, адгезии [2], поверхностному натяжению и капиллярным явлениям [3] в стоматологии. Изучается вязкость и методы ее определения, ламинарное и турбулентное течение жидкостей, выполняется лабораторная работа по определению вязкости жидкости. Особое внимание уделяется вязкости именно стоматологических материалов, которая существенно влияет на эффективность проведения стоматологических процедур. Обязательно на занятии рассматривается роль слюны в стоматологической практике, так как слюна играет важную роль в поддержании здоровья полости рта и общего состояния организма: обеспечивает увлажнение слизистой оболочки рта, защищая её от высыхания и механических раздражителей; выполняет функцию очищения поверхности зубов и слизистой оболочки от микроорганизмов, продуктов их метаболизма, а также остатков пищи. Если у пациента наблюдается множественный кариес, то вязкость слюны обычно повышается, что приводит к образованию зубного налета. Увеличение вязкости слюны может снизить её очищающую функцию и создать условия для образования зубного камня, что является серьезной стоматологической проблемой. Высокая вязкость слюны может затруднить проведение стоматологических манипуляций, особенно при установке материалов средней или низкой вязкости. Эти материалы хорошо прилегают к поверхности и обеспечивают качественное пломбирование полостей каналов, однако, неправильный выбор материала по вязкости может привести к неудачному результату стоматологической процедуры. Опытные стоматологи быстро выбирают подходящий материал с учетом вязкости для каждой конкретной процедуры, что позволяет им эффективно защитить рабочую зону от слюны и влаги.

На занятии акцентируется внимание на том, что стоматологам приходится учитывать как вязкость и влияние слюны для обеспечения защиты от её агрессивного воздействия на проведение стоматологических процедур, так и влияние влаги, присутствующей в реставрационном материале,

воздухе и ротовой полости [3]. Так, например, на занятии по влажности изучаются ключевые требования к стоматологическим материалам, такие как их устойчивость к влаге и жидкостям полости рта, а также отсутствие пористости. Соблюдение перечисленных характеристик обеспечивает долговечность и эффективность стоматологических процедур. На занятии обязательно рассматривается использование метода натяжения специальной резинки для ограничения доступа слюны к рабочей зоне, для создания сухого рабочего поля врача-стоматолога при установке стоматологических изделий.

В курсе физики для стоматологов выделена отдельная лекция об адгезии и ее роли в стоматологии [2], так как она является одним из ключевых аспектов реставрационных стоматологических работ. Термин «адгезия» происходит от латинского слова, означающего «прилипание» различных тел. На атомном уровне поверхности твердых тел имеют неровности, что означает, что при контакте они соприкасаются только выступами. Это приводит к небольшой площади контакта и затрудняет обеспечение прочного сцепления на микроскопическом уровне между различными твердыми веществами. Поэтому для успешной адгезии используются специальные жидкости, называемые адгезивами. На лекции разбирается широкое применение адгезивов в различных областях стоматологии: в терапевтической – для соединения пломбы со стенками полости зуба и герметизации с зубной эмалью; в ортопедической – для фиксации различных типов не прямых конструкций и ремонта керамических оболочек; в ортодонтии – для установки брекетных систем, виниров, ретейнеров и т.д. Изучаются механизмы формирования адгезионного соединения, такие как механическая, химическая и диффузионная адгезии. Например, механическая адгезия в стоматологии реализуется через микромеханическое сцепление адгезива с тканями зуба. Более устойчивое соединение достигается за счет химической адгезии, которая предполагает непосредственную связь структурных частиц тканей зуба и адгезива. Диффузионная адгезия возникает при проникновении адгезива или его компонентов внутрь поверхности субстрата, что приводит к формированию гибридного слоя и повышению адгезионной прочности. Таким образом, понимание механизмов образования адгезионного соединения в стоматологии крайне важно для умения выбирать оптимальные методы и материалы для реставраций зубов.

Стоит отметить, что сегодняшний ассортимент адгезивных систем в стоматологии широк и постоянно расширяется. Для каждого пломбировочного материала разрабатывается своя адгезивная система, учитывая особенности эмали и дентина. Современные адгезивные системы последнего поколения представляют собой одношаговые самопротравливающие системы с наночастицами, улучшающими адгезию к дентину, что позволяет сократить время процедуры, уменьшить риск ошибок и повысить качество соединения. Исследование различных материалов и техник адгезии в стоматологии продолжается и постоянно совершенствуется, подчеркивая ее важное значение для сохранения тканей зуба и обеспечения долговечного сцепления стоматологических материалов.

Заканчивается раздел изучением тепловых свойств материалов [2]. В стоматологической практике используются различные материалы, которые подвергаются тепловому воздействию во время приема горячей и холодной пищи. При таких тепловых изменениях могут появиться внутренние напряжения в стоматологических конструкциях из-за разницы между линейными тепловыми расширениями материалов. Возникшее напряжение может привести к нарушению целостности конструкций, а также к повреждению стенок зуба. На занятии разбираются: теплообмен, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, тепловое расширение.

Структуры стоматологических конструкций, такие как коронки, мостовидные протезы и пломбы, состоят из разнородных материалов, каждый из которых имеет свои характеристики теплопроводности и теплового расширения. Это создает условия для возникновения тепловых напряжений при изменении температуры окружающей среды. Для обеспечения долговечности стоматологических конструкций необходимо учитывать соответствие показателей теплопроводности и теплового расширения материалов с показателями натуральных тканей зуба. Например, различия в коэффициентах линейного и объемного расширения различных материалов, таких как акрил и фарфор, могут привести к появлению микротрещин и деформаций в местах контакта этих материалов. При высоких же температурах, чтобы предотвратить их негативное воздействие на зубную пульпу и предотвратить ее перегрев, при применении металлических вкладок, применяется для изоляции цементная прокладка, так как цемент обладает низкой теплопроводностью. Пломбировочные

материалы и другие материалы, используемые в стоматологии, должны обязательно характеризоваться низкой теплопроводностью для предотвращения раздражения зубной пульпы. Широко применяемые в стоматологии пластмассы обладают также невысокой теплопроводностью, поэтому, например, съемные протезы из пластмассы могут долго ощущаться как инородный объект в полости рта. А такие температурные свойства как температуропроводность и теплопроводность играют значительную роль при создании конструкций, таких как пломбы и коронки, где необходимо учитывать воздействие тепла на зубную ткань. Так, например, температуропроводность композитов сравнима с эмалью и дентином, обладая низкой теплопроводностью по сравнению с амальгамой. Повышение температуры в полости рта может вызвать напряжения в зоне контакта между зубом и композитной пломбой, что увеличивает риск появления краевых щелей и деформаций. Этот эффект более выражен для композитов с высоким содержанием полимерной матрицы. Кроме того, температуропроводность материала может оказывать влияние на образование краевых зазоров. Некоторые материалы, такие как серебро, быстро расширяются или сжимаются при изменении температуры из-за их высокой теплопроводности, в то время как композиты обладают низкой температуропроводностью, что может предотвратить раздражение зубной пульпы при воздействии тепла. В целом, понимание влияния температуропроводности и теплопроводности материалов на стоматологические конструкции позволяет разрабатывать более эффективные и безопасные методы лечения, способствовать улучшению качества стоматологических материалов и повышению комфорта пациентов.

В третьем разделе учебной дисциплины представлены лекции и лабораторно-практические занятия по физическим основам методов диагностики [1] и лечения [3] в стоматологии. Вначале на лекции, посвященной механическим колебаниям и волнам, звуку [1, 3], вводятся основные характеристики колебательных процессов: колебания, период, частота и амплитуда колебаний; свободные и вынужденные колебания; незатухающие и затухающие колебания; резонанс; вибрации; рассматривается гармонический спектр сложного периодического процесса; механические волны и их характеристики, шкала механических волн; продольные и поперечные волны; волновой фронт; уравнение плоской волны; звук и роль зубов при звукообразовании; ударно-волновая терапия в стоматологии.

Особое внимание уделяется методам исследования состояния зубов в стоматологии как часто применяемым, так и новым методам и разработкам. Часто применяемым методом в стоматологических кабинетах является резонансный метод [5], предназначенный для оценки состояния опорно-удерживающего аппарата зубов. В резонансном методе зуб, периодонт и кость рассматриваются как колебательная система, где периодонт играет роль упругого элемента. Исследование амплитудной зависимости колебаний зуба от частоты вынужденных колебаний представляет собой важный этап в резонансном методе. Врач-стоматолог может поставить диагноз и определить степень ослабления связи зуба с периодонтом, используя численное значение параметра частоты колебаний. Понимание принципов резонансного метода позволяет врачам более точно диагностировать и лечить проблемы, связанные с опорно-удерживающим аппаратом зубов, что способствует повышению эффективности стоматологической практики.

Для оценки функции жевания в стоматологии используется метод мастикациографии. Метод представляет собой механический метод регистрации движений нижней челюсти пациента, когда используется резиновая трубка, соединенная с резиновым баллоном, закрепленным в подбородочной области, при этом сигналы с трубки подаются на анализ через два выхода. Метод мастикациографии широко применяют в стоматологии для диагностики и оценки эффективности лечебных процедур, поскольку он позволяет фиксировать, анализировать и производить оценку полученных данных функции жевания у пациентов. Исследования показали, что после протезирования пациентов колебательное движение нижней челюсти может изменяться со временем. Например, через семь дней после протезирования, демонстрируется хаотическое колебательное движение без определенной закономерности. Однако спустя четыре месяца и более, наблюдается улучшение равномерности колебательного движения при жевании. Таким образом, метод мастикациографии помогает стоматологам более точно диагностировать и рекомендовать соответствующие лечебные мероприятия для восстановления нормальной функции жевания у пациентов.

Еще один важный метод – это метод стабิโลграфии, который последние два года активно внедряется в стоматологию для оценки функции жевания и диагностики неправильного прикуса. Метод основан на использовании стабильной платформы и оценки

способности человека удерживать вертикальную позу. Платформа содержит датчики, регистрирующие изменения координат центра давления человека, который влияет на давление в зонах колебательного движения. Применяется проба Ромберга, позволяющая оценить способность человека поддерживать вертикальную позу как с открытыми, так и с закрытыми глазами. Полученные данные обрабатываются и создается стабилметрическая спектрограмма, являющаяся диагностическим параметром. Анализ данных стабิโลграфии осуществляется с использованием специализированных программ, учитывая параметры центра давления, погрешности и скорость перемещения. На основании полученных параметров врач делает выводы о состоянии пациента и рекомендует соответствующее лечение.

Отдельное занятие в курсе выделено теме ультразвука [3], который очень широко используется в медицине для лечения и диагностики. Не обошли ультразвуковые методы и область стоматологии. Более подробное сравнение применения ультразвука в разных направлениях медицины будет рассматриваться в отдельной статье.

Следует отметить, что в разделе, посвященном физическим основам методов диагностики и лечения в стоматологии, проводится несколько занятий, на которых изучаются оптические свойства материалов и инструментов, используемых в процессе лечения и восстановления зубов. Например, на лекционном занятии о значении оптики в стоматологии [2, 3] обязательно изучается: свет и природа света; отражение света, законы и виды отражения; преломление света и законы преломления; показатели преломления среды; поглощение и рассеяние света; отражение, преломление, поглощение и рассеяние света в стоматологии; оптические и эстетические свойства тканей зуба и реставрационных материалов; цветовые шкалы.

При изучении оптических свойств в стоматологии особое внимание уделяется взаимодействию света с различными участками зубов [3]. На поверхности зуба чередуются выпуклые и вогнутые участки. Выпуклые фрагменты имеют гладкую поверхность, что способствует преимущественному зеркальному отражению света. Вогнутые участки, напротив, характеризуются преимущественно диффузным отражением света, что придает им минимальный блеск. При выборе материала для окончательной обработки восстанавливаемого зуба стоматологи должны учитывать эти особенности поверхности, чтобы добиться

естественной игры света и создать гармоничное сочетание между искусственными покрытиями и здоровыми зубами пациента.

Кроме того, при восстановлении зубов необходимо учитывать и анатомическое строение зуба, включая линии мамелонов эмали, внутреннее свечение дентина, пульпу. Оптические характеристики этих тканей различаются в зависимости от возраста и состояния зуба. Эмаль, как внешний слой зуба, имеет высокий коэффициент диффузного отражения света и способна отражать все цвета спектра. Однако из-за различий в минерализации и структуре эмали, «молодая» эмаль обладает более высокими показателями отражения по сравнению с «зрелой». Дентин имеет более низкий коэффициент диффузного отражения по сравнению с эмалью из-за своей более пористой структуры. Благодаря своему свойству избирательного отражения определенных волн света дентин формирует цвет зуба. Пульпа, находящаяся внутри дентина, играет важную роль в эстетике зуба за счет своего интенсивного красного цвета. Отраженный свет зуба содержит «лучи красного цвета», исходящие от пульпы. Некроз или удаление пульпы приводит к изменению внешнего вида зуба из-за отсутствия красных волн в отраженном свете. Современные стоматологические материалы могут воссоздать различные оттенки зуба, но не могут имитировать живой цвет пульпы. Нарушение состава, структуры твердых тканей зуба может привести к изменению его оптических свойств, таких как блеск эмали, ее окраска и текстура. Учет этих оптических особенностей поможет стоматологам выбирать подходящие материалы и методы работы для достижения оптимальных результатов.

На занятии по оптической микроскопии [1] изучается оптический микроскоп и ход лучей в микроскопе, увеличение микроскопа, предел разрешения и разрешающая способность микроскопа, проводится сравнение устройства оптического и стоматологического микроскопов [2], разбираются преимущества его использования в различных областях стоматологии, таких как терапевтическое, эндодонтическое, хирургическое, ортопедическое и пародонтологическое лечение. Применение стоматологического микроскопа в различных областях стоматологии значительно повышает качество диагностики, лечения и профилактики. Увеличенное изображение и возможность детального обследования помогают специалистам достичь болееточных результатов, сохранить здоровые ткани и предотвратить осложнения.

Следующим важным инструментом в современной стоматологической практике являются лазеры [1], которые предоставляют возможность точного и эффективного воздействия на биологические ткани. Лазерному излучению и лазерам в стоматологии посвящена отдельная лекция [3]. В лекции рассказывается принцип генерации лазерного излучения, особенности лазерного излучения: высокая монохроматичность, когерентность и направленность. Лазерное излучение может быть направлено на различные типы тканей, что позволяет достичь различных эффектов, таких как коагуляция, абляция и биостимуляция. В стоматологии применяются чаще всего CO₂- и эрбиевые лазеры. CO₂-лазер обладает способностью воздействовать на мягкие ткани, в то время как эрбиевый лазер предназначен для работы с твердыми тканями.

Лазерные аппараты генерируют свет определенной мощности и частоты через базовый блок. Врач должен учитывать эти параметры при выборе параметров световода и лазерного наконечника, с помощью которого он работает в полости пациента. Существуют различные типы лазерных наконечников, предназначенных для работы с твердыми и мягкими тканями. Преимущества лазерного препарирования включают стерильность после процедуры и отсутствие шума, что является положительным фактором. Применение лазеров в стоматологии снижает риск заражения, ускоряет заживление тканей, позволяет проводить точные и ювелирные действия без повреждения здоровых тканей. Подготовка полости зуба с использованием лазера обеспечивает более ровные стенки и края, что предпочтительнее по сравнению с использованием буров. Лазеры используются для пломбирования, лечения чувствительных зубов, удаления коронки, удаления мягких тканей и других процедур. Лазерное излучение помогает снизить боль, ускорить заживление. Таким образом, применение лазеров в стоматологии предоставляет ряд преимуществ, таких как минимальное повреждение окружающих тканей, более точное и контролируемое воздействие, а также уменьшение риска инфекций и кровотечений. Понимание стоматологами принципов работы лазерных аппаратов, соблюдение техники безопасности и применение их для стоматологических задач, способствует достижению высоких результатов в лечении и восстановлении зубов.

Раздел, посвященный физическим основам методов диагностики и лечения в стоматологии, завершается занятиями по рентгеновскому излуче-

нию [1] и его применению в стоматологии. Вначале изучается рентгеновское излучение, его характеристики, взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. В медицинском вузе обязательно рассматриваются медицинские методы визуализации с применением рентгеновского излучения [6]. Для стоматологов крайне важно донести знания о рентгеноконтрастности тканей зуба и стоматологических материалов, а также провести сравнение видов рентгенографии в стоматологии.

Современные исследования в области стоматологии стремятся к использованию устройств, способных снизить рентгеновскую нагрузку на пациента, а также к разработке компьютерных программ для увеличения изображения, подробного изучения объектов исследования, а также сохранения информации в памяти компьютера. В зависимости от поставленной задачи исследования в стоматологии могут быть применены методы рентгеноскопии, рентгенографии, стоматологической компьютерной радиографии, конусно-лучевой компьютерной томографии и др. Например, рентгеноскопия ограничено используется в стоматологии для обнаружения инородных тел в тканях и травматических повреждений крупных костей. Рентгенография является основным методом рентгенологического исследования зубов и костей челюстно-лицевой области. В стоматологической практике применяется два вида рентгенографии: внутриротовая и внеротовая. Наиболее распространены прицельные внутриротовые снимки, которые позволяют оценить состояние твердых тканей зуба и окружающих его костных структур. Для получения четкого отображения кости и зуба снимок должен обладать контрастностью.

Панорамная рентгенография является современным методом диагностики в стоматологии, который широко используется в настоящее время. С помощью специальных рентгеновских установок можно одновременно получить изображение обеих челюстей с зубами. Панорамная рентгенография позволяет получить информацию о начальном состоянии зубов, коронок и штифтов, что важно при проведении лечения. Этот метод дает возможность быстро и эффективно проводить диагностику при минимальной лучевой нагрузке, а также повторять процедуры несколько раз за один прием, если это необходимо.

Важным инструментом в диагностике различных заболеваний и патологий, обеспечивая точное и надежное изображение внутренних структур человеческого организма, является томография.

Компьютерная томография (КТ) является одним из наиболее распространенных видов томографии. Компьютерная томография осуществляется при круговом сканировании объекта узким пучком рентгеновского излучения [3].

Она позволяет получить поперечные срезы изображаемой области, что обеспечивает более детальное представление структуры тканей. Современные КТ аппараты обладают высоким разрешением, что позволяет выявлять даже мельчайшие изменения в тканях. Одним из преимуществ компьютерной томографии является низкий уровень лучевой нагрузки на пациента. Это делает этот метод безопасным и эффективным для повторных исследований. Кроме того, возможности документирования и хранения информации при помощи магнитной записи делают КТ удобным для последующего анализа и сравнения результатов.

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) является методом визуализации, основанном на рентгеновской технологии, который позволяет создавать объемные трехмерные изображения путем совмещения множества двумерных проекций с разных углов обзора. В отличие от других методов томографии, КЛКТ использует конусный луч, что позволяет сканировать всю область обследования за один проход, что существенно сокращает время облучения. Полученные изображения высокого разрешения просматриваются специалистом при помощи специализированного программного обеспечения. В ходе КТ исследований используются числа и шкала

Хаунсфилда для оценки плотности тканей [6]. Эти методы являются сложными, но эффективными инструментами для проведения диагностики и планирования лечения в стоматологии.

Следует отметить, что каждый раздел учебной дисциплины «Физика, математика» для специальности «Стоматология» заканчивается проведением аттестации в виде коллоквиума. Таким образом осуществляется контроль успеваемости студентов и проверяется уровень сформированности теоретических знаний и практических навыков по изученному разделу дисциплины.

Заключение

Преподавание дисциплины «Физика, математика» у студентов-стоматологов требует профилизации учебной программы с учетом особенностей стоматологической практики. Такой профильный подход к предмету не только мотивирует студентов изучать физику, но и необходим, в виду ограниченного объема часов контактной работы для углубленного изучения учебного материала в медицинских вузах. Методическая сложность курса заключается в балансе между его фундаментальностью и прикладным аспектом. При составлении программы дисциплины следует учитывать требования актуального ФГОС по специальности «Стоматология». Студентам стоматологического института рекомендуется использовать специализированную литературу для более глубокого понимания физических принципов, применимых в стоматологии.

Список литературы

1. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика. Учебник / А. Н. Ремизов. — 4-е изд. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 656 с. — ISBN: 978-5-9704-1924-3.
2. Федорова, В.Н. Физические основы стоматологического материаловедения. Учебное пособие / В.Н. Федорова, И.С. Копецкий. — М. : Физматлит, 2023. — 392 с. — ISBN: 978-5-9221-1952-8.
3. Лекции по физике для стоматологов : Учебное пособие / В.Н. Федорова, Ю.Ю. Джума, Б.А. Жамбалова, Т.В. Мачнева. — Москва : Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 2018. — 144 с. — ISBN 978-5-88458-365-8.
4. Руководство к лабораторным работам по физике и математике : Учебное пособие / М.Е. Блохина, В.Н. Федорова, Е.П. Лысенко, И.А. Эссаулова. — 4-е издание, исправленное и дополненное. — Москва : Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 2023. — 248 с. — ISBN 978-5-88458-654-3.
5. Механические колебания и резонансы в организме человека / А.Б. Тимофеев, Г.А. Тимофеев, Е.Е. Фаустова, В.Н. Федорова. — М.: Физматлит, 2008. — 312 с. — ISBN 978-5-9221-0991-8.
6. Физические основы методов лучевой диагностики. Учебное пособие / В.Н. Федорова, А.И. Мещеряков, А.Ю. Силин, Е.В. Фаустов, А. Н. Банченко — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2023, — 232 с.

References

1. Remizov, A.N. Meditsinskaya i biologicheskaya fizika. Uchebnik / A.N. Remizov. — 4-ye izd. — M. : GEOTAR-Media, 2012. — 656 s. — ISBN: 978-5-9704-1924-3.
2. Fedorova, V.N. Fizicheskiye osnovy stomatologicheskogo materialovedeniya. Uchebnoye posobiye / V.N. Fedorova, I.S. Kopetskiy. — M. : Fizmatlit, 2023. — 392 s. — ISBN: 978-5-9221-1952-8.
3. Leksii po fizike dlya stomatologov : Uchebnoye posobiye / V.N. Fedorova, Yu.Yu. Dzhuma, B.A. Zhambalova, T.V. Machneva. — Moskva: Rossiyskiy natsional'nyy issledovatel'skiy meditsinskiy universitet imeni N.I. Pirogova, 2018. — 144 s. — ISBN 978-5-88458-365-8.
4. Rukovodstvo k laboratornym rabotam po fizike i matematike : Uchebnoye posobiye / M.Ye. Blokhina, V.N. Fedorova, Ye.P. Lysenko, I.A. Essaulova. — 4-ye izdaniye, ispravlennoye i dopolnennoye. — Moskva : Rossiyskiy natsional'nyy issledovatel'skiy meditsinskiy universitet imeni N.I. Pirogova, 2023. — 248 s. — ISBN 978-5-88458-654-3.
5. Mekhanicheskiye kolebaniya i rezonansy v organizme cheloveka / A.B. Timofeyev, G.A. Timofeyev, Ye.Ye. Faustova, V.N. Fedorova. — M.: Fizmatlit, 2008. — 312 s. — ISBN 978-5-9221-0991-8.
6. Fizicheskiye osnovy metodov luchevoy diagnostiki. Uchebnoye posobiye / V.N. Fedorova, A.I. Meshcheryakov, A.YU. Silin, Ye.V. Faustov, A.N. Banchenko — Moskva: FIZMATLIT, 2023, — 232 s.

PHYSICS FOR DENTISTS: STRUCTURE AND CONTENT OF THE DISCIPLINE, EDUCATIONAL TECHNOLOGIES, TEACHING FEATURES

V.N. Fedorova¹, Yu.A. Kvashnina¹

Abstract

The review article examines the structure and content of the main discipline "Physics, Mathematics" taught to dental students in the first year of a medical university. The purpose of the discipline is to form basic theoretical and practical knowledge about the physical properties, processes and phenomena used in dentistry. The course program is designed to meet the needs of dental practice and is coordinated with professionals in the field. The classes are designed in such a way that students can study theoretical material in depth, consider dental examples and acquire practical skills when performing laboratory work. Special attention is paid to students' independent work and the control of the assimilation of the material. Teaching physics for dentists is key to successfully mastering modern physics technologies and methods used in dentistry.

Keywords

physics for dentists, mechanics, levers, adhesion, viscosity, humidity, thermal properties, optics, lasers, x-rays.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Yulia Aleksandrovna Kvashnina, kvashnina_iua@rsmu.ru

УДК: 37.014.5:53:61-378
DOI:10.24075/МТСРЕ.2024.05

АНАЛИЗ РАЗЛИЧИЙ В ПОДХОДАХ К ПРЕПОДАВАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» СТУДЕНТАМ ЛЕЧЕБНОГО, ПЕДИАТРИЧЕСКОГО, СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Е.А. Буравлев¹, В.Н. Федорова¹, А.И. Дигурова¹, В.В. Филатов¹

Аннотация

В статье сравниваются подходы к преподаванию темы «Поверхностные явления» и «Физические принципы разных видов микроскопии» студентам первого курса лечебного, педиатрического, стоматологического и фармацевтического профиля.

Ключевые слова

поверхностные явления, вязкость, поверхностное натяжение, микроскопия, преподавание, методика, физика.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Буравлев Евгений Александрович, ea.buravlev@mail.ru

В рамках университетского обучения общие для различных специальностей дисциплины и темы требуют дифференцированного подхода к преподаванию в соответствии со спецификой будущей профессиональной деятельности. В ходе преподавания физических основ для студентов разных специальностей необходимо учитывать эту специфику, характерную для конкретного направления.

Рассмотрим различия в подходах преподавания на разных специальностях на примерах общих тем: «Поверхностные явления» и «Физические принципы разных видов микроскопии».

При подготовке медицинских и фармацевтических специалистов тема «Поверхностные явления» рассматривается при обучении специальностям «стоматология», «фармация», «лечебное дело», «педиатрия». В РНИМУ им. Н.И. Пирогова все указанные специальности проходят эти темы на первом году обучения в первом семестре на кафедре физики и математики педиатрического факультета. В каждом направлении подготовки данная тема представлена с разных сторон, особенно это касается применения в конкретной области медицины или фармации (см. Таблицу 1).

Условно тему «Поверхностные явления» можно разделить на «Капиллярные явления» и «Поверхностное натяжение».

Капиллярными явлениями называют подъем или опускание жидкости в трубках малого диаметра – капиллярах. Если жидкость смачивает поверхность трубки, то на ее поверхности образуется вогнутый мениск и уровень жидкости поднимается. При отсутствии смачивания мениск выпуклый, а уровень жидкости опускается.

В стоматологии эффекты капиллярности хорошо выражены в дентинных канальцах. Жидкость, смачивающая дентин, заполняет эти канальцы практически полностью и удерживается в них. Это свойство учитывается при выполнении реставрационных стоматологических работ. Если у наружного конца вскрытых канальцев удалить влагу путем высушивания поверхности дентина потоком воздуха или абсорбирующей бумагой, то капиллярные силы вызовут в канальце быстрое движение жидкости наружу. Высушивание дентина теоретически может вызвать движение дентинной жидкости [1].

Поверхностное натяжение – это стремление жидкости к сокращению своей поверхности за счет того, что на поверхности жидкости молекулы связаны друг с другом крепче, чем внутри объема жидкости. Стремление жидкости к сокращению своей по-

верхности можно описать количественно с помощью таких величин, как сила поверхностного натяжения и коэффициент поверхностного натяжения. На границе соприкосновения различных сред происходит смачивание, количественной мерой которого является контактный угол смачивания, который в свою очередь зависит от коэффициентов поверхностного натяжения соприкасающихся сред. Смачивания имеет большое значение при реализации явления адгезии: между материалом эмали, дентина и пломбирочным материалом. Не существует ни одной области стоматологии, в которой в той или иной степени не использовались бы знания о поверхностном натяжении и адгезии [2].

У студентов-стоматологов изучение данной темы представлены в виде лекционного материала, лабораторно-практического занятия. На практическом занятии студенты выполняют две лабораторные работы по определению кинематической вязкости жидкости и нахождению коэффициента поверхностного натяжения жидкости. Особо внимание уделяется такому явлению как адгезия и ее подробному рассмотрению.

В качестве контроля знаний выступают электронные тесты на занятии, вопросы на коллоквиуме и вопросы в итоговом тестировании в конце семестра.

Если посмотреть на тему «Поверхностные явления» со стороны преподавания у лечебного и педиатрического направления, то в них она представляется как среда, в которой протекают множество жизненно важных процессов. Живые организмы представляют собой системы с очень развитыми поверхностями раздела, к которым относят кожные покровы (1,5-1,6 м²), поверхность эритроцитов (2500-3800 м²), поверхность капилляров печени (400 м²), поверхность альвеол (около 1000 м²) и т.д.

Студенты лечебного и педиатрического направления выполняют лабораторно-практические работы по определению вязкости глицериновых растворов и определению коэффициента поверхностного натяжения спиртовых растворов. При выполнении данных работ особое внимание уделяется описанию явления и приведения примеров, где это встречается в организме человека и при каких условиях [3].

Важное значение поверхностных явлений для фармации определяется тем, что большинство лекарственных форм являются дисперсными системами с большой удельной поверхностью: порошки, таблетки, эмульсии, суспензии и т.д.

Поэтому студентам-фармацевтам необходимо более подробно рассказывать о строении мономолекулярного слоя, энергии Гиббса, понятии раздела фаз, силе поверхностного натяжения, понятии свободной поверхностной энергии. А также о методах определения вязкости и поверхностного натяжения, проводить сравнение этих методов, их преимуществ и недостатков. Центральным понятием является понятие сорбции. Сорбция – это процессы поглощения газов или растворенных веществ твердыми веществами или жидкостями. Необходимо вводить понятия абсорбция, адсорбент, адсорбат и четко доносить до студентов разницу между ними с использованием примеров как из окружающего мира, так и из фармацевтической отрасли.

Еще одна область, где в фармации применяется тема «поверхностные явления», это хроматография. Хроматография – это метод разделения смесей веществ, основанный на различии в скорости и силе их сорбции на поверхности или проникновения в другую фазу. Существует большое количество видов и подвидов хроматографических методов анализа. Они основаны на разных видах хроматографии, которые отличаются друг от друга в первую очередь по агрегатному состоянию подвижной и не подвижной фаз. Существуют газовая хроматография, жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография, аффинная хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография и т.д.

Многие виды хроматографии внесены в Государственную фармакопею – основной государственный стандарт для фармацевтов. Поэтому любой фармацевт должен обладать знаниями в этой области. Во многих, как научных, так и фармакопейных статьях описаны хроматографические методы. С помощью них сырье, действующие вещества, вспомогательные вещества проходят очистку, проверяются на подлинность, разделяются друг от друга. Так же стоит отметить, что многие хроматографические характеристики зависят от коэффициента поверхностного натяжения, вязкости жидкости, сил взаимодействия между адсорбированными молекулами и т.д.

Студенты-фармацевты в рамках дисциплины «Физика» выполняют лабораторные работы по определению кинематической вязкости глицериновых и спиртовых растворов, а также определяют коэффициент поверхностного натяжения различных спиртовых растворов. Лекционный материал отличается от материала, предлагаемого студентами медицинских направлений. Он обязательно включает в себя в дополнение к базовому материалу понятие энергии Гиббса,

теорию сорбции, физические основы хроматографии, виды хроматографии.

Контролем по усвоению материала служат электронные тесты по каждой отдельной теме: «Поверхностному натяжению жидкостей» и «Вязкость жидкостей». Также вопросы обязательно присутствуют в билетах коллоквиума и в вопросах итогового тестирования.

Несмотря на то, что базовые теоретические основы темы «Поверхностные явления», которые предлагаются студентам различных направлений похожи, заметные отличия наблюдаются в применении этих явлений в профессиональных областях. Также существенные отличия в теоретическом материале для студентов возникают уже когда рассматриваются специфические для каждого направления области знаний.

Микроскопия как метод нашел широкое применение в медико-биологических исследованиях, а также непосредственно имеет практическое применение в медицине и фармации.

Студенты лечебного, педиатрического, стоматологического и фармацевтического профиля должны иметь представление об общей микроскопии. С ними обязательно нужно рассматривать оптическую систему микроскопа: объектив, окуляр. Функции объектива и окуляра и как в конечном итоге они влияют на получение финального изображения.

Несмотря на то, что в целом подход в обучении тем по микроскопии на разных направлениях очень похож, присутствуют некоторые отличия, отражающие специфику направления обучения.

Студенты лечебного и педиатрического направления проходят микроскопию в классическом варианте в рамках курса «Медицинская и биологическая физика».

Основная теория излагается в рамках темы «Геометрическая оптика». Тема включает в себя законы геометрической оптики, ход лучей в линзах, тип и виды линз, характеристики полученных изображений, устройство оптического микроскопа, характеристики микроскопа, другие виды микроскопий.

На занятиях студенты этих направлений выполняют лабораторно-практические работы по определению размеров клеток с помощью микроскопа и оптического микрометра, решают несложные задачи по определению характеристик полученного изображения в линзах, учатся описывать данные изображения. Одной из задач является построение изображения и ход лучей в микроскопе [1].

В качестве контроля качества выполнения и усвоения материала используются электронные тесты на учебном занятии, на коллоквиуме по этой теме и в итоговом тестировании. Также вопросы по теме входят в отдельный тест по темам лекций. Также оценивается качество и правильность выполнения лабораторной работы и конспект по теме.

Для фармацевтического направления микроскопия – это крайне актуальный метод исследования. По этой причине в рамках курса «Физика» для фармацевтов подробно рассматриваются законы геометрической оптики и законы распространения света в различных средах. Касательно микроскопии студентам подробно раскрывается ход лучей в оптическом микроскопе и лупе, также их характеристики и свойства полученных изображений. Данный материал излагается в виде лекции. Студенты-фармацевты с первых дней учебы в ВУЗе имеют дело с микроскопами и различными практикумами, например по ботанике, где изучается устройство микроскопа и его применение.

Будущие фармацевты обычно используют микроскоп и лупу для описания и характеристики сырья. Так как большинство препаратов основаны на экстрактах из растительного сырья, то макроскопический и микроскопический анализ является обязательным в технологии фармацевтического производства.

Также в рамках лекционного материала студенты фармацевты получают сведения о других видах микроскопии, в частности о таких сложных видах микроскопии, как флуоресцентная и электронная микроскопии. Это реализуется с целью ознакомления с методами медико-биологических исследований, которые применяются в научных исследованиях. Конечно, полностью объяснить данные виды микроскопии для студентов первого курса сложно, но это позволяет подготовить их к для обучения на старших курсах или в аспирантуре.

В качестве контроля усвоения материала по микроскопии, у студентов-фармацевтов используется блок вопросов по микроскопии в итоговом электронном тестировании в конце курса.

Студенты-стоматологи на занятиях по микроскопии также изучают теоретические основы геометрической оптики, устройство и характеристики оптического микроскопа. Главным отличием от других направлений является наличие темы «стоматологический микроскоп».

Применение стоматологического микроскопа позволяет лучше контролировать качество обработки

зубных каналов, обнаруживать дополнительные каналы, передавать изображения объекта наблюдения в системы регистрации.

Стоматологический микроскоп – это оптический прибор, содержащий объектив, окуляр и снабженный устройствами для освещения объекта наблюдения, создания его увеличенного изображения, передачи изображения объекта наблюдения на сетчатку глаза, экран телевизора или монитор компьютера.

Современный стоматологический микроскоп позволяет достигать увеличения в 25 раз и более. Это делает возможным его применение практически во всех направлениях стоматологии. Очень важной функцией является соединение микроскопа с видеокамерой или компьютером, что позволяет получить изображение на мониторе [2].

В реализации темы в первую очередь акцент делается на внешние различия между оптическим и стоматологическим микроскопами, на расположение оператора (врача) и объекта исследования, на устройство бинокля и его отличия от бинокля на оптическом микроскопе.

На занятиях со студентами лечебного и педиатрического факультетов рассматривается оптический микроскоп как система двух линз для объектива и окуляра. В случае со стоматологическим микроскопом объектив представляет собой систему из нескольких линз [3].

Также как и в случае со студентами лечебного и педиатрического профиля, студенты стоматологи выполняют соответствующую лабораторную работу, проходят текущее электронное тестирование, тема обсуждается в ходе сдачи коллоквиума, также в итоговом тестировании присутствуют соответствующие вопросы.

В качестве заключения отметим, что преподавание темы «Физические принципы разных видов микроскопии, применяемых в медицине» в преподавании для разных специальностей имеет много общего. В то же время необходимо уделять внимание специализированным аспектам, таким как, например, особенности устройства микроскопа, специфика объектов исследования (клетки, ткани зуба, растительное сырье), специфика видов микроскопий, которые применяются в специализированных областях.

Список литературы

1. Федорова, В.Н. Физические основы стоматологического материаловедения Учебное пособие / В.Н. Федорова, И.С. Копецкий – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2023. – 392 с.
2. Федорова, В.Н. Лекции по физике для стоматологов. учеб. пособие / В.Н. Федорова, Ю.Ю. Джума, Б.А. Жамбалова, Т.В. Мачнева – Москва: РНИМУ, 2018. – 144 с.
3. Блохина, М.Е. Руководство к лабораторным работам по физике и математике. Учебное пособие / М.Е. Блохина, В.Н. Федорова, Е.П. Лысенко, И.А. Эссаулова – 4-е изд. – Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2023. – 248 с.

References

1. Fedorova, V.N. Fizicheskiye osnovy stomatologicheskogo materialovedeniya Uchebnoye posobiye / V.N. Fedorova, I.S. Kopetskiy – Moskva: FIZMATLIT, 2023. – 392 s.
2. Fedorova, V.N. Lektsii po fizike dlya stomatologov. ucheb. posobiye / V.N. Fedorova, YU.YU. Dzhuma, B.A. Zhambalova, T.V. Machneva – Moskva: RNIMU, 2018. – 144 s.
3. Blokhina, M.Ye. Rukovodstvo k laboratornym rabotam po fizike i matematike. Uchebnoye posobiye / M.Ye. Blokhina, V.N. Fedorova, Ye.P. Lysenko, I.A. Essaulova – 4-ye izd. – Moskva: RNIMU im. N.I. Pirogova, 2023. – 248 s.

Приложение
Таблица 1.

Различия в реализации тем дисциплины «Физика» в связи с различием в применении в профессиональной практике в конкретных областях медицины или фармации.

Специальность	Количество академических часов	Применение в профессиональной практике	Вид занятия	Содержание
Тема «Поверхностное натяжение»				
Характеристика явления. Стремление жидкости к сокращению своей поверхности за счет того, что на поверхности жидкости молекулы связаны друг с другом крепче, чем внутри объема жидкости				
лечебное дело	5	Вязкость крови, коэффициент поверхностного натяжения слюны, смачиваемость	лекция	Поверхностные явления в медицине
			лабораторная работа	Определение кинематической вязкости жидкости и нахождение коэффициента поверхностного натяжения жидкости
педиатрия	5	Вязкость крови, коэффициент поверхностного натяжения слюны, смачиваемость	лекция	Поверхностные явления в медицине
			лабораторная работа	Определение кинематической вязкости жидкости и нахождение коэффициента поверхностного натяжения жидкости
стоматология	5	Реализации явления адгезии: между материалом эмали, дентина и пломбирочным материалом	лекция	Поверхностные явления. Адгезия.
			лабораторная работа	Определение кинематической вязкости жидкости и нахождение коэффициента поверхностного натяжения жидкости
фармация	6	Описание характеристик межфазного взаимодействия в хроматографии, ПАВ	лекция	Поверхностные явления. Адсорбция. Хроматографические методы
			лабораторная работа	Определение кинематической вязкости жидкости и нахождение коэффициента поверхностного натяжения жидкости

Приложение
Таблица 1.

Различия в реализации тем дисциплины «Физика» в связи с различием в применении в профессиональной практике в конкретных областях медицины или фармации.

Специальность	Количество академических часов	Применение в профессиональной практике	Вид занятия	Содержание
Тема «Физические принципы разных видов микроскопии»				
лечебное дело	5	Законы геометрической оптики. Ход лучей в оптическом микроскопе. Микроскопия клеток крови	лекция	Геометрическая оптика. Микроскопия в медицине
			лабораторная работа	Определение геометрических размеров эритроцитов
педиатрия	5	Законы геометрической оптики. Ход лучей в оптическом микроскопе. Микроскопия клеток крови	лекция	Геометрическая оптика. Микроскопия в медицине
			лабораторная работа	Определение геометрических размеров эритроцитов
стоматология	5	Законы геометрической оптики. Ход лучей в оптическом микроскопе. Виды и устройство стоматологического микроскопа	лекция	Микроскопия. Стоматологический микроскоп
			лабораторная работа	Определение геометрических размеров стоматологических образцов
фармация	2	Законы геометрической оптики. Ход лучей в оптическом микроскопе. Современные виды микроскопии и применение в фармации	лекция	Физические основы оптической микроскопии. Виды микроскопии в фармации
			лабораторная работа	–

ANALYSIS OF DIFFERENCES IN APPROACHES TO TEACHING THE DISCIPLINE "PHYSICS" TO STUDENTS OF MEDICAL, PEDIATRIC, DENTAL AND PHARMACEUTICAL SPECIALITIES

E.A. Buravlev¹, V.N. Fedorova¹, A.I. Digurova¹, V.V. Filatov¹

Abstract

The article compares approaches to teaching the topics "Surface Phenomena" and "Physical Principles of Different Types of Microscopy" to 1st year medical, pediatric, dental and pharmaceutical students.

Keywords

surface phenomena, viscosity, surface tension, microscopy, teaching, methodology, physics.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Buravlev Evgeniy Aleksandrovich, ea.buravlev@mail.ru

УДК: 51:61-378
DOI:10.24075/MTCP.E.2024.06

ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ КАК НЕИЗБЕЖНОСТЬ

О.Ю. Немченко¹, А.Б.Сыздыкова¹

Аннотация

Математика в программе высшего образования играет базовую роль, выявляя принцип всеобщности подходов к формированию специалиста, в том числе практикующего врача. В нынешнем веке объемы медико-биологической информации, обрабатываемых диагностических данных, мониторинга жизненного состояния уже огромны и будут продолжать увеличиваться. Математическими подходами определяются соотношение черт общности и специфики случаев в профессиональной деятельности, доказательности, которая регулируется правилами математической статистики, базовые принципы при регистрации биомедицинских сигналов и их анализе. Определение уровня компетентности будущего специалиста, понимания используемых математических методов ложится на составителей учебных программ математических дисциплин для немедицинских специальностей.

Ключевые слова

математика, обучение нематематиков, медицинские специальности, технологии обучения, методы регистрации, математические методы, математическая статистика, выбор метода.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Ольга Юрьевна Немченко olga.nemch@mail.ru

Введение

Математика преподавалась будущим врачам со времен Российской империи и во все последующие исторические периоды нашего государства. Преподавались различные области и разделы математики, но неизменным, наверное, со времен Н.И.Пирогова было отношение к математике как к базовому предмету [1].

В морфологии человека, развивавшейся долгое время как описательная наука, признается, что наилучшим способом построения морфологических стереотипов и детального описания структурных изменений является количественный подход [2]. Если ввести численные значения, меры, то появляется возможность применить математический аппарат к выражению численного изменения любого морфологического признака. Это позволяет моделировать процесс, приводить описание формирования признака, его изменения в свете многозначных влияний со стороны других признаков, позволяет обосновать скорость и степень развития, а также ввести меру, определяющую предел, за которым следует изменение качества явления или предмета.

Проблематика преподавания математики регулярно рассматривалась разными авторами, обсуждению подлежали разные вопросы. Некоторые аспекты преподавания математики освещались, например в [3], где авторы среди прочего подчеркивают, что обучение использованию студентами-нематематиками программных пакетов при проведении расчетов позволяет обновить подход в математической подготовке специалиста.

Немного о роли математических методов в передовых технологиях в медицине и биологии

Медицинская визуализация и радиология ведет историю с конца 19-го века, от открытия рентгеновских лучей, положившего начало эре медицинской визуализации без хирургического вмешательства. На следующем этапе в первой половине 20 века развивается флюороскопия, позволившая врачам наблюдать движущиеся изображения внутренних структур тела. Также появляется и вводится в практику ангиография, метод визуализации кровеносных сосудов путем введения контрастного вещества.

Развитие метода компьютерной томографии (КТ) и метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в 70-е годы, привело к созданию методов КТ и магнитно-резонансной томографии (МРТ), основанных на сложных математических алгоритмах

обработки данных физической регистрации в ходе исследования. КТ позволила получать поперечные изображения тела с высоким разрешением, за счет алгоритмов обратной проекции. А МРТ позволило создавать изображения внутренних структур тела, особенно мягких тканей, с ещё более высоким разрешением и контрастностью с использованием математической обработки, называемой Фурье-преобразованием.

В 21-м веке развитие цифровой обработки изображений и применения математических методов обработки физических данных функциональной МРТ (фМРТ), позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и других технологий позволило существенно улучшить качество изображений и расширить возможности диагностики. Алгоритмы обработки изображений, включая сегментацию, классификацию и распознавание образов играют ключевую роль в радиологии.

Если говорить о вкладе математики в медицину, то в качестве известного примера можно взять математическую статистику. Математическая статистика – раздел математики, разрабатывающий методы регистрации, описания и анализа данных наблюдений и экспериментов с целью построения вероятностных моделей массовых случайных явлений [4]. Математическая статистика играет ключевую роль в развитии доказательной медицины, оказывая множественное и глубокое влияние на неё. Доказательная медицина (Evidence-Based Medicine, EBM) – это подход к медицинской практике, при котором принятие клинических решений основывается на самых надёжных и актуальных научных данных. И студент медицинского вуза – будущий врач, обязан это понимать и принимать во внимание.

Вот несколько аспектов, в которых математическая статистика оказывает влияние на доказательную медицину.

Оценка эффективности лечения. Статистические методы используются для анализа результатов клинических испытаний, что позволяет оценить эффективность и безопасность новых медицинских препаратов и методов лечения. Сравнение групп пациентов, получающих новое лечение, с контрольными группами (которые могут получать стандартное лечение или плацебо) помогает определить, действительно ли новое лечение превосходит существующие методы.

Мета-анализ. Математическая статистика позволяет объединять данные из множества

исследований для проведения мета-анализов. Это помогает увеличить статистическую мощность и делать более надёжные выводы об эффективности лечения, особенно, когда отдельные исследования могут быть слишком малы, чтобы обнаружить значимые различия.

Оценка рисков и преимуществ. Статистика необходима для оценки вероятности возникновения побочных эффектов и определения баланса между пользой и рисками лечения. Это включает расчет относительного риска, абсолютной разницы рисков и числа, необходимого для лечения (NNT – Number Needed to Treat).

Разработка клинических рекомендаций. На основе статистического анализа данных из множества исследований разрабатываются клинические рекомендации. Эти рекомендации предоставляют врачам основанные на доказательствах указания о том, какие методы лечения наиболее эффективны для конкретных условий или заболеваний.

Прогностические модели. Статистические методы используются для создания моделей, которые могут предсказывать исходы заболеваний на основе клинических и демографических данных пациентов. Эти модели помогают врачам принимать обоснованные решения, касающиеся профилактики, диагностики и лечения.

Индивидуализированная медицина. Математическая статистика также играет роль в развитии индивидуализированной медицины, позволяя анализировать большие объёмы данных (например, генетические данные) для определения, какие лечебные подходы будут наиболее эффективны для отдельных пациентов на основе их уникальных характеристик.

В целом, математическая статистика является неотъемлемым инструментом в доказательной медицине, позволяя медицинским работникам опираться на объективные и количественно измеримые данные при принятии клинических решений.

Секвенирование генома и анализ данных: математические и статистические методы используются для анализа данных секвенирования, что позволяет идентифицировать генетические вариации, связанные с заболеваниями. Алгоритмы, такие как выравнивание последовательностей и филогенетический анализ, необходимы для интерпретации данных секвенирования и понимания эволюционных отношений между организмами. Это способствует разработке персонализированной медицины и целевых терапий.

Прогнозирование структуры белков: математическое моделирование используется для предсказания трехмерной структуры белков на основе их аминокислотных последовательностей, что имеет решающее значение для понимания биологических функций и разработки новых лекарств. Методы, такие как молекулярное моделирование и молекулярная динамика, позволяют ученым визуализировать взаимодействия между белками и потенциальными лекарственными молекулами.

Каждый математический инструмент, упоминаемый в данном разделе, имеет не только теоретическое обоснование, но и, что важно, вследствие сложности внутренних математических построений привлекает цифровые технологии, а значит разработан программно.

Краткие обзорные заметки о состоянии преподавания математики в медицинском вузе в последние годы

Меру ознакомления студентов медицинских специальностей с математическими принципами определяет в каждом случае рабочая программа образовательной дисциплины в части объема учебных часов и отбора разделов для изучения.

В последние годы в медицинском образовании претерпевали кардинальные изменения общие образовательные программы. Эти преобразования имели как положительные, так и отрицательные для базовых дисциплин стороны, такие, например, как сокращение отведенных на них часов. Однако, следует отметить, что в рамках медицинского образования проводится обучение специалистов и по исследовательским специальностям. Это и, уже ставшая традиционной, подготовка специалистов, чьи профессиональные интересы будут лежать на стыке нескольких направлений деятельности: выпускники специальностей медицинская биофизика и медицинская биохимия, биоинженерия и медицинская биотехнология и врачи-исследователи. В последние годы все более востребованы специалисты по интеллектуальным системам в сфере здравоохранения, ИТ-медикам и схожим специальностям. Для подготовки таких специалистов необходимо полноценное математическое погружение. Обычно это 300-440 академических часов против небольшого объема часов для математики в рамках программ медицинских специальностей (менее 30 – 60 учебных часов), чаще всего в структуре более общей дисциплины «Физика, математика».

Специфика применения математического знания для выпускников исследовательских

медицинских специальностей отражена в схеме 1а на рисунке 1. Для врачей скорее применим случай 1б.

В профессиональной практике только от специалистов, освоивших полностью математические подходы, можно ожидать аргументированного, корректного использования математического аппарата. В связи с этим блок математики для медицинских специалистов имеет все основания для обновления и не только обязателен, но требует расширения.

При определении компетенций, формируемых математикой для врачебных специальностей, выделим некоторые необходимые умения. Обучение математике при подготовке врачей необходимо для формирования таких умений, как:

- умение в процессах, связанных с профессиональной деятельностью, найти логику, формализовать подход;
- умение решить задачу естественно-научного содержания, подтвердить закономерности, описываемые в физике, биологии, химии;
- умение собирать однородные данные, осознавать наличие статистических закономерностей или их отсутствие;
- корректное вычисление значений величин, умение проверить полученный результат на известных примерах, умение сравнить результат вычисления с общеизвестными значениями.



рис. 1а

Рис. 1. 1а – применимость знаний после углубленного изучения математики; 1б – возможные подходы реализации задач нематематиками (в том числе врачами), связанных с математическими решениями.

Развитие математических компетенций может ориентироваться на богатый опыт советского образования, признанного лучшим в мире, в том числе, на примере того, что огромное количество выпускников советских вузов востребованы в различных частях мира. Также правительством и президентом РФ уже определен порядок обновления высшего образования, уже дан старт пилотным проектам вузовской реформы к 2026 году. Это, предположительно, наложит отпечаток и на медицинское образование, хоть сами эти реформы более относятся к требованиям развития технического и ИТ-образования.

Современная практика подготовки медицинских специалистов по базовым дисциплинам предполагает широкий круг видов и форм обучения. Перечислим некоторые виды методик, адекватные для формирования математических компетенций.

Первый вид методик лежит в рамках традиционного подхода – это лекция, включающая определения и примеры. Так освещаются разделы математического анализа для выполнения простейших действий, например, по поиску скорости процессов в биологии, химии, физике, нахождению решений с подобранными параметрами процессов в несложных математических моделях для дальнейшего подтверждения временного хода процесса.



рис. 1б

В обучении математике на первом курсе рекомендуется рассматривать примеры, интегрированные в реальность будущей профессиональной деятельности, что побуждает слушателей применять только что разобранный теоретически несложный математический аппарат. Так, в практике преподавания математики для разных специальностей на кафедре физики и математики в РНИМУ им. Н.И.Пирогова рассматривались следующие примеры:

- а) процессы радиоактивного распада в природных явлениях описываются обыкновенным дифференциальным уравнением с коэффициентом пропорциональности (постоянный распада). На занятиях вводится понятие дифференциального уравнения, представляется результат решения уравнения, проводится несколько примерных расчетов остаточной радиоактивной массы через минуту, час, несколько суток с построением графика изменения массы и графика скорости распада (активность распада). Например, постоянные распада для различных изотопов, применяемых в медицине: технеций ^{99m}Tc , период полураспада – 6 часов, имеет идеальный для сцинтиграфии моноэнергетический спектр гамма-излучения, относится к быстро распадающимся, готовится с помощью генераторов в клиническом учреждении; или, например, имеющие большой период полураспада: селен ^{75}Se – 121 день, молибден ^{99}Mo ~ 7 суток, можно хранить в особых условиях;
- б) химические превращения первого порядка описывает простое дифференциальное уравнение для скорости убывания концентрации вступившего в реакцию вещества; на занятиях следует провести не менее двух реальных расчетов, но с простыми условиями (в гомогенной среде), демонстрирующих или различие получаемого количества вещества за единицу времени или времени условно полного химического превращения. Так как параметры кинетических уравнений – константы скоростей находят экспериментально, то возможно провести построение кинетической кривой для однонаправленной реакции первого порядка – экспоненты, и уже с помощью нахождения тангенса угла наклона к экспоненте отыскать константу реакции;

- в) выведение вещества (лекарственного средства) из организма как функция времени при однократном (инъекция) или непрерывном (инфузия) введении в практике изложения описывается дифференциальным уравнением первого порядка, но решение которого требует знания интегрирования сложной функции с заменой переменной. На

занятии после изложения условий моделирования, введения дифференциального уравнения, его аналитического решения, можно провести вычисления по такой модели в компьютерной программе, позволяющей строить графики численных данных, рассчитанных с определенным шагом по формулам (например, в Excel). Это позволит разыграть различные варианты расчетов, варьируя параметры модели с построением графика и его анализом, что наглядно продемонстрирует именно математическую сторону такого вполне реального процесса, как оптимальный режим введения лекарственного средства. Кроме того, как показывает опыт, использование компьютерного построения хорошо воспринимается слушателями.

Приведенные выше примеры – это примеры процессов, которые развиваются без резких скачкообразных изменений, в силу этого, описание с помощью обыкновенного дифференциального уравнения допустимо, дифференцируемость введенной функции очевидна. А вот движения, изучаемые, например, в теории гидроудара (к ним относят травматический разрыв аорты при падениях с высоты и автокатастрофах) или гидродинамические течения с ударными волнами, не обладают свойством дифференцируемости. Обыкновенные дифференциальные уравнения не подходят под их описание. В этом случае используются уравнения в частных производных.

Теория теплопроводности, теория упругости и пластичности материалов, оптика, акустика и теория удара также требуют других математических подходов. Для каждого из указанных процессов важно определять границы применимости модели. Заметим, что в приложении к врачебной практике с помощью теории упругости и пластичности проводят описание соединений и совместного движения всего опорно-двигательного аппарата (костей, сухожилий, хрящей, а также мышц), которые неоднородны по структуре и имеют различные параметры плотности, гибкости, сжимаемости и т.д. Описание механизмов выполнения дыхательных действий, основанные на движении диафрагмы, ребер, межреберных мышц, полых структур человеческого легкого с упругими стенками и т.д. – также, несомненно, требует привлечения теории упругости, которая задействует теорию тензорного исчисления. В связи с этим, в будущем врачу будет необходимо базовое знание основ описания упругого и пластичного физических тел с применением законов математики, например,

при работе с пациентом, которому уже внедрены импланты разных тканей.

Проработка математического материала в формате кейсов (второй вид методик) также является вполне адаптивной технологией для медицинских специальностей. Кейс предполагает вовлечение и мотивацию студента на самостоятельный поиск решения проблемы с опорой на известный и неизвестный математический аппарат. В методику кейса входит разбор проблем, встречаемых в профессиональной практике. Кейс на занятиях по математике включает: 1) формулирование задачи как математической, 2) подготовку теоретического материала, 3) определение последовательности решения, 4) эвристическое выполнение, 5) и (вследствие этих действий) приобретение навыков.

Следующий вид технологий обучения назовем «вычислительный лабораторный эксперимент». В условиях дефицита учебного времени для полного освящения математического метода, вполне реализуемой и продуктивной, на наш взгляд, может быть лабораторная работа по вычислению на основе нескольких примеров, имеющих практическое значение. Вначале занятия стоит посвятить время принципам отбора методов для каждой практической проблемы, затем провести анализ ограниченный выбранного метода, а затем перейти к практике поиска в используемом программном обеспечении соответствующих решений. В конце занятия отводится время обсуждению результатов. Заметим, что навигация в любом современном программном обеспечении уже не требует от слушателя специальной подготовки.

На занятии, например, можно выполнить задания по вычислению площадей неплоских поверхностей по заранее полученным обмерам неких анатомических материалов. Для этого, разбивая процесс вычисления на подзадачи, разделив всю поверхность на части, определить примерно форму поверхности каждой части и параметры поверхности (для сферической это радиус, для цилиндрической это радиус основания и высота боковой стороны и т.д.). Затем провести расчет по известным геометрическим формулам в определенных пределах, используя соответствующие функции, например, в MATLAB.

Второй задачей вычислительного лабораторного эксперимента может стать проверка различного рода вычислительных программ, или расчеты онлайн на свободно доступных сервисах. При наличии выбора программного обеспечения (ПО) необходимо

осуществить сравнительную проверку верности результатов расчета в различных ПО. Представляется важным обучить студента проверке правильности расчетов на раннем этапе пользования, сравнивая результаты расчетов в нескольких программах или проведя приближенные расчеты в проверенных программах. Эту работу с математическими формулами можно провести в таких программах как, например, Excel и MATLAB, в свободно распространяемой RStudio или в другой среде. Не нужно также отказываться от возможности проверить выдаваемый сервисом результат и «школьным способом», т.е. просто рассчитав функцию на бумаге.

Включить такую работу можно в основные часы обучения математическим дисциплинам или в часы самостоятельной работы.

Реализация данных методов подразумевает математическое описание явления. Будущий врач, таким образом, учится осуществлять свою деятельность, опираясь на принципы математического описания. Поэтому для понимания функционирования диагностических процедур, методов и технологий для врача важны математические компетенции.

Обучение методам математической статистики может основываться как на классическом подходе (от теории к задачам, частным случаям, контроль знаний), так и на *технологии проектов*. Технология проектов отличается от кейсов именно тем, что проект – это «эскиз», набросок, попытка достичь поставленную цель. И так, на занятиях по математической статистике предлагается уникальная возможность пройти «путь исследователя». В этом случае получив задание, изучая математический статистический метод самостоятельно, студент на очных занятиях получает консультацию преподавателя, где проясняются важные моменты использования конкретного метода. При этом в финале разработки проекта, на стадии оформления результатов роль преподавателя вырастаеткратно. На этом этапе (этапе рефлексии) очень важно оценить результаты деятельности участников проектов максимально объективно и критически с позиции пригодности, социальной или профессиональной значимости выполненной работы. Кроме опыта применения математического метода (а применение может оказаться и неуспешным) участник осознает подходы к работе. Учитывая, насколько данный метод был затратным по времени, следует сравнить с другими (вычисления иногда идут часами, что связано с объемом данных). Можно провести обсуждение, какой подготовки, какого оснащения

потребовал данный метод, как можно улучшить уже полученный результат и, собственно, что именно должно было быть результатом процедуры.

Основываясь на вышеизложенном, подчеркнем, что математика – это опора для развития медицины, ни одна сложная медицинская задача не была бы решена без математических инструментов, без методов математического анализа, математического моделирования.

С тех пор как в 50-е годы XX столетия впервые регистрируются биологические сигналы, возникает необходимость анализа накапливаемых данных. Развивается кибернетика, основанная на частотном анализе, корреляционном анализе, статистическом

анализе, на основе чего возникает практика подготовки рекомендаций, в том числе для принятия решений в медицине и в здравоохранении. Понимание анализируемых данных возникает не иначе как на основе базового и детального понимания математических анализируемых величин. Был ли альтернативный путь развития? Возможно, в качестве шутки ответить, что альтернативный путь стоило бы промоделировать, но другой путь развития не реализован. В дальнейшем роль математики будет только повышаться во всех сферах здравоохранения, а значит, будут возрастать и требования к математической подготовке специалистов.

Список литературы

1. Пирогов, Н.И. Избранные педагогические сочинения / Н.И. Пирогов. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 387 с. – (Антология мысли). – ISBN 978-5-534-09677-4.
2. Автандилов, Г.В. Медицинская морфометрия / Г.В. Автандилов. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
3. Гельман, В.Я. Преподавание математических дисциплин в медицинском вузе / В. Я. Гельман, Л.А. Ушверидзе, Ю. П. Сердюков // Образование и наука. – 2018. – Т. 20, № 2. – С. 88-107. – DOI 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107.
4. Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия / Гл. ред. Ю.В.Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 914 с.

Благодарности:

доценту кафедры Физики и математики, уважаемой коллеге Зое Михайловне Смирновой за критику авторских идей, внесенные замечания. Также выражаем благодарность за продуктивные обсуждения содержания доценту Лариной Н.А.

References

1. Pirogov, N.I. Izbrannyye pedagogicheskiye sochineniya / N. I. Pirogov. – Moskva : Izdatel'stvo Yurayt, 2024. – 387 s. – (Antologiya mysli). – ISBN 978-5-534-09677-4.
2. Avtandilov, G.V. Meditsinskaya morfometriya / G.V. Avtandilov. – M.: Meditsina, 1990. – 384 s.
3. Gel'man, V.YA. Prepodavaniye matematicheskikh distsiplin v meditsinskom vuze / V.YA. Gel'man, L.A. Ushveridze, YU. P. Serdyukov // Obrazovaniye i nauka. – 2018. – T. 20, № 2. – S. 88-107. – DOI 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107.
4. Veroyatnost' i matematicheskaya statistika: Entsiklopediya / Gl. red. YU.V.Prokhorov. – M.: Bol'shaya Rossiyskaya entsiklopediya, 1999. – 914 s.

TRAINING MATHEMATICS IN MEDICAL UNIVERSITY AS AN INEVITABILITY

O.Yu. Nemchenko¹, A.B. Syzdykova¹¹

Abstract

Mathematics plays a basic role in the higher education program, revealing the principle of universality of approaches to the formation of a specialist, including a practicing physician. In the current century, the volumes of medical and biological information, processed diagnostic data, and vital status monitoring are already enormous and will continue to increase. Mathematical approaches determine the relationship between the generality and specificity of cases in professional activities, evidence, which is regulated by the rules of mathematical statistics, and the basic principles for recording biomedical signals and their analysis. Determining the level of competence of a future specialist and understanding of the mathematical methods used falls on the compilers of educational programs in mathematical disciplines for non-medical specialties.

Keywords

mathematics, teaching non-mathematicians, medical specialties, educational technologies, registration methods, mathematical methods, mathematical statistics, choice of method.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Olga Yuryevna Nemchenko olga.nemch@mail.ru

УДК: 53.08:616-378
DOI:10.24075/МТСРЕ.2024.10

РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВРАЧА И ПРОВИЗОРА

И.И. Дигурова¹

Аннотация

Решение физических задач можно рассматривать как цель и метод обучения. Недостаточные фундаментальные знания студентов медицинских университетов не позволят им соответствовать современным требованиям медицинской науки. Формированию профессиональных и общекультурных компетенций врача и провизора способствует выбор задач по физике, содержание которых ориентировано на будущую профессию. Обоснованным является использование таких заданий на разных видах занятий: семинарах, лабораторно-практических, коллоквиумах. Повышение мотивации осуществляется путем подбора заданий с учетом будущей врачебной специальности, выявления межпредметных связей. В статье приводятся примеры задач в соответствии с поставленными на занятия целями.

Ключевые слова

физические задачи, профессиональные компетенции, ситуационные задачи, мотивация.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Дигурова Ирина Ивановна, digurova56@mail.ru

Физические задачи объединяют фундаментальные и специальные знания. Решение задач, относящееся к практическим методам обучения, способствует более углубленному повторению и закреплению изученного материала, а также эффективной проверке знаний. При обучении физике студентов непрофильных специальностей следует учитывать вид профессиональной деятельности, к которой они готовятся. Таким образом, в медицинском университете следует изучать физику, учитывая восприятие ее студентами как будущими врачами или провизорами [1, 2, 3]. Однако в медицинских ВУЗах физические задачи иногда не решаются или решаются в недостаточном количестве. Причинами являются как нехватка времени на занятия, так и недостаточный уровень школьной подготовки по физике, в частности, отсутствие у студентов навыков решения задач. К сожалению, негативная тенденция снижения качества школьной подготовки продолжает нарастать. Этому способствуют изучение предметов в старших классах по выбору (ориентированному на сдачу ЕГЭ), а также непонимание будущими студентами важности фундаментальных дисциплин. Порой со студентами работают преподаватели, не имеющие базового физического образования. К уменьшению мотивации приводит отсутствие вступительного экзамена по физике и экзаменов на первом курсе. Однако, с помощью профессионально ориентированных заданий можно сформировать навыки решения профессиональных задач на основе физических знаний и умений. Этот вид учебной деятельности усиливает мотивацию будущих врачей к изучению физики, повышает их активность, развивает самостоятельность в принятии решений, улучшает качество обучения. Вышесказанное свидетельствует об актуальности проблемы применения в медицинских университетах такого вида учебной деятельности как решение задач, в частности в рамках физико-математических дисциплин.

Физическая задача – это выраженная с помощью информационного кода (текстового, графического, образного и их комбинаций) проблемная ситуация. Она требует от обучающегося мыслительных и практических действий на основе законов и методов физики, направленных на овладение знаниями и умениями, на развитие мышления и на понимание физических закономерностей [4].

Основными функциями физических задач являются:

- Образовательная: сообщение учащимся определенных знаний, выработка практических умений и навыков, ознакомление их как со специфически-

ми физическими, так и с общенаучными методами и принципами познания.

- Воспитательная: формирование научного мировоззрения. Задачи позволяют иллюстрировать многообразие явлений, объектов природы, а также способность человека к их познанию, способствуют воспитанию общечеловеческих качеств.

- Развивающая: развитие логического и творческого мышления, включение различных мыслительных процессов (внимания, восприятия, памяти, воображения). При решении задач развиваются навыки самообразования. К развивающей функции относится умение работать с информацией, представленной разными способами (в виде таблиц, графиков, схем, текстов).

Очевидно, что реализация этих функций способствует выработке профессиональных и общекультурных компетенций выпускников разных факультетов медицинского университета.

В методической литературе предлагаются различные принципы классификации физических задач. Согласно одной из них [5] задачи можно разделить:

- по содержанию (абстрактные, конкретные, технические, межпредметные);
- по способу выражения условия (текстовые, экспериментальные, графические, задачи-рисунки);
- по характеру и методам решения (качественные, вычислительные, графические, экспериментальные);
- по принципу последовательности и индивидуального подхода к учащимся (простые, сложные, повышенной сложности, творческие);
- по дидактической цели (тренировочные, познавательные, творческие, контрольные задачи).

К межпредметным относятся ситуационные задачи, которые могут быть предложены студентам медицинского университета на занятиях по физике. Спецификой таких заданий является профессионально-ориентированный характер, а для их решения необходимы физические знания.

При решении физических задач на занятиях со студентами непрофильных специальностей можно использовать обычные организационные формы:

- Решение задач на доске преподавателем. При этом вовлечение студентов в анализ и решение задачи повышает их активность.
- Коллективное обсуждение условия задачи и пути решения. После обсуждения один из студентов решает задачу на доске, остальные – в тетрадь.
- Самостоятельное решение задачи студентами.

Таблица 1.

Примеры физических задач с учетом их специфики

Специфика физической задачи	Пример
Физические явления, процессы в организме человека	Электрическое напряжение на мембране толщиной 10 нм равно 55 мВ. Найдите напряженность электрического поля в мембране.
Применение физических процессов, явлений, приборов для исследования организма человека	Доплеровский сдвиг частоты при отражении ультразвукового импульса от движущихся эритроцитов равен 50 Гц. Частота излучения равна 105 Гц. Определите скорость кровотока в сосуде.
Применение физических процессов, явлений, приборов для лечения	Электрокардиостимулятор вырабатывает импульсный ток с длительностью импульса 0,83 мс и частотой повторения 1,2 Гц. Определите скважность и коэффициент заполнения.
Действие природных и производственных физических факторов	Врач-рентгенолог получает за шестичасовой рабочий день поглощенную дозу 40 мкГр. Чему равна мощность поглощенной дозы?

Обобщенный план решения задачи также является стандартным:

- Анализ текста: выявление объектов и происходящих процессов, требований задачи; краткая запись условия с помощью общепринятых обозначений; при необходимости введение упрощающих понятий, выполнение чертежа или рисунка; перевод физических величин в СИ. Недостающие данные берутся из таблиц.

- Составление плана решения задачи: запись математических выражений законов, которым подчиняются описанные в задаче процессы; при необходимости введение дополнительных уравнений. Этап планирования фактически состоит в установлении причинно-следственных связей между воздействием и изменением состояния объекта, и в выражении этой связи с помощью уравнения.

- Осуществление плана: решение задачи в общем виде относительно неизвестного, вычисление.

- Анализ результата: оценка правдоподобности полученного ответа.

Задачи могут быть решены различными методами. Аналитический метод заключается в расчленении задачи на несколько более простых задач. При синтетическом методе последовательно выявляют связь данных в условии задачи величин с другими до тех пор, пока в уравнении не останется одна искомая неизвестная величина. Обычно на практике используются и анализ и синтез, то есть применяется аналитико-синтетический метод [5]. В основу классификации ситуационных задач, предлагаемых

студентам на занятиях по физике и медицинской физике, положены два признака: организм человека как физический объект изучения и виды профессиональной деятельности врача [3]. Примеры таких задач приведены в Таблице 1. Однако весь спектр задач не ограничивается этой классификацией. В частности, в отдельный блок можно выделить задачи по медицинской технике.

Задачи являются профессионально ориентированными, демонстрируют метапредметные связи, повышая интерес учащихся к изучаемой дисциплине.

Преодолеть нехватку времени на решение задач можно включением их во все виды занятий: семинары, лабораторно-практические, коллоквиумы [6]. В качестве примеров можно привести задачи по теме «Физические основы гемореологии и гемодинамики» (табл.2).

Решение задач на семинаре дополняет теоретический материал. Приведенная выше задача позволяет закрепить знания, необходимые в дальнейшем для изучения соответствующей темы на кафедре нормальной физиологии.

Лабораторно-практические занятия по физике играют важную роль в формировании навыков, необходимых в физиотерапии, клинической лабораторной диагностике, при проведении научных исследований. Для решения предложенной в качестве примера задачи студенты должны знать устройство капиллярного вискозиметра, определить по таблице вязкость воды при заданной температуре. При решении задачи можно обсудить вопросы.

применения разных методов вискозиметрии для ньютоновских и неньютоновских жидкостей.

На коллоквиуме задачи помогут более объективно оценить знания, так как с помощью подобного задания можно не только проверить знание формулы, но и дополнительно задать студентам вопросы по физическим основам гемореологии и гемодинамики.

На лабораторном занятии с помощью задачи можно освоить альтернативные методы измерения искомой величины. Например, коэффициент вязкости определяется в лабораторной работе с помощью вискозиметра Оствальда. Тогда метод Стокса можно разобрать, решая задачу на движение тела в вязкой жидкости (например, эритроцита в плазме крови). Другим примером является определение коэффи-

циента поверхностного натяжения. Если в лабораторной работе его предлагают определить методом капли, то с помощью задачи можно ознакомиться с нахождением этого показателя методом капилляра. Примеры приведены в таблице 3.

Знания о физических основах разных методов, их преимуществах и недостатках покажут разнообразие методов и важность их выбора в конкретных условиях, будут способствовать развитию критического мышления.

По одной и той же теме можно решать разные физические задачи с учетом будущей врачебной специальности. В таблицах 4 и 5 приведены примеры задач по темам «Механические свойства твердых тел» и «Ультразвук» для студентов лечебного и стоматологического факультетов.

Таблица 2.

Классификация задач по теме «Гемодинамика» в зависимости от вида занятий

Вид занятия	Пример
Семинар	Кровь проходит через капилляр радиусом 10 мкм и длиной 0,36 мм. Разность давлений на концах капилляра составляет 20 мм рт. ст. Коэффициент динамической вязкости цельной крови равен 4,3 мПа·с. Найдите объемную скорость кровотока.
Лабораторно-практическое	В капиллярном вискозиметре плазма крови прошла по капилляру путь, равный 1 см, а вода за то же время 1,9 см. Найдите коэффициент динамической вязкости плазмы. Температура окружающей среды 20°C.
Коллоквиум	Найдите объемную скорость кровотока в аорте, если радиус просвета аорты равен 1,75 см, а линейная скорость крови в ней составляет 0,5 м/с.

Таблица 3.

Задачи для закрепления знаний по альтернативным методам на лабораторных занятиях

Тема занятия	Задачи
Определение коэффициента вязкости	Коэффициент динамической вязкости плазмы составляет 1,34 мПа·с. Плотность эритроцита составляет 1078 кг/м ³ , а плотность плазмы равна 1024 кг/м ³ . Найдите скорость эритроцита, считая его шариком с диаметром 8,0 мкм.
Определение коэффициента поверхностного натяжения	В капилляре радиусом 2 мм плазма крови поднялась на 7 мм. Определите коэффициент поверхностного натяжения. Плотность плазмы равна 1020 кг/м ³ .

При решении задач следует обращать внимание студентов на то, какие свойства и особенности изучаемого физического явления используются при диагностике, а какие – при лечении. Это актуально при изучении, например, тем «Ультразвук», «Рентгеновское излучение», которые важны для более глубокого понимания в дальнейшем учебного материала на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии.

Полезным является решение задач при изучении тем «Поляризация», «Поглощение света» и других, которые важны для усвоения физических знаний, являющихся основой методов клинической лабораторной диагностики и оптических методов фармацевтического анализа.

Наиболее наглядная демонстрация функциональных зависимостей между параметрами осуществляются с помощью графических задач. К ним можно отнести задачи, в которых по предложенным в условии данным производят построение графика либо предлагается графически выразить заданную ситуацию. Если же график задан в условии задачи,

то с его помощью находят искомую величину, определяют вид функциональной зависимости, анализируют процесс. Такие задания, где ответ на вопрос может быть дан при анализе графика, можно предложить на коллоквиуме.

На лабораторно-практическом занятии можно решить задачу, в условии которой дана таблица. Например, при выполнении лабораторных работ у студентов вызывает затруднение построение градуировочного графика по данным эксперимента и нахождения по нему искомой величины. В частности, это требуется на занятиях по изучению методов рефрактометрии, поляриметрии. Также с помощью графика, построенного на основе экспериментальных данных, определяется чувствительность датчика. Предварительное решение похожих задач повышает самостоятельность студента при обработке результатов лабораторного эксперимента, улучшает качество предоставляемого отчета, закрепляет навыки, которые могут пригодиться в профессиональной деятельности или при проведении научных исследований.

Таблица 4.

Задачи по теме «Механические свойства твердых тел» на лечебном и стоматологическом факультетах

Факультет	Задачи
Лечебный	При нагрузке на бедренную кость, составляющую 1,8 кН, возникла относительная деформация $3 \cdot 10^{-4}$. Модуль упругости кости равен 23 ГПа. Чему равна эффективная площадь сечения кости?
Стоматологический	Под действием механического напряжения, равного 0,16 ГПа, относительная деформация дентина зуба составила 0,009. Найдите модуль упругости дентина.

Таблица 5.

Задачи по теме «Ультразвук» на лечебном и стоматологическом факультетах

Факультет	Пример
Лечебный	На какой глубине в мышечной ткани обнаружена неоднородность при ультразвуковом исследовании, если отраженный сигнал был принят через 20 мкс после излучения. Плотность ткани 1060 кг/м ³ , волновое сопротивление $1,62 \cdot 10^6$ кг/м ² ·с.
Стоматологический	При ультразвуковом исследовании сигнал, отраженный от границы эмаль-дентин, был принят через 0,04 мкс после излучения. Скорость распространения ультразвука в здоровой зубной эмали равна 6000 м/с. Определите толщину эмали на исследуемом участке.

Например:

«По приведенным в таблице данным рассчитайте среднее значение показателя преломления для разных концентраций раствора NaCl; постройте график зависимости показателя преломления от концентрации $n=f(C)$ ».

$n_D^{20} \setminus C, \%$	5	10	20	x
n_1	1,3403	1,3483	1,3643	1,3583
n_2	1,3399	1,3479	1,3646	1,3594
n_3	1,3405	1,3482	1,3646	1,3585

Определите графическим способом неизвестную концентрацию C_x . Найдите по графику погрешность измерения концентрации раствора».

На лабораторном занятии при использовании аналоговых приборов может возникнуть необходимость расчета цены деления прибора. Решение задач позволяет избежать ошибок и закрепить навык. Пример такого задания: «Номинальное напряжение вольтметра 150 В. Шкала имеет 100 делений. Определите измеренное напряжение, если стрелка прибора отклонилась на 60 делений».

Важным является умение студентов пользоваться приставками для образования десятичных дольных и кратных единиц. При решении задач на это нужно обращать внимание, например, предлагая перевести результат, полученный в вольтах, в милливольты, киловольты, микровольты. В качестве дополнительного вопроса на коллоквиуме можно предложить студентам сделать перевод в СИ некоторых значений, например 20 мА/см, 5 г/см³, 4 В/мс. Это поможет им в будущем правильно применять единицы измерения, например, в фармакологии, клинической лабораторной диагностике.

Готовность использовать математические понятия и методы при решении профессиональных задач формируется на занятиях по математическому анализу. Решение дифференциальных уравнений дает информацию о состоянии медико-биологической системы в разные моменты времени, а также позволяет прогнозировать ее поведение. Применение профессионально ориентированных заданий на практических занятиях по высшей математике при изучении раздела «Элементы математического анализа» повышает заинтересованность учащихся. В таблице 6 в качестве примера приведены задачи, которые можно предложить и будущим врачам, и будущим провизорам.

Таким образом, решение профессионально ориентированных физических задач в медицинском университете способствует не только формированию компетенций врача и провизора, но и позволяет закрепить материал, проверить степень его усвоения и повысить мотивацию к изучению физики.

Таблица 6.

Задачи на применение методов дифференцирования и интегрирования.

Метод	Пример
Дифференцирование	Популяция бактерий в момент t насчитывает количество особей $x(t) = 2500 + 100t^2$. Найти скорость роста популяции в момент $t=2$ с.
Интегрирование	Найдите закон убывания лекарственного препарата в организме человека, если через один час после введения 15 мг препарата его масса уменьшилась вдвое. Какое количество препарата (в мг) останется в организме через четыре часа?

Список литературы

- Ходжаева, Д.З. Предмет физики – как профессионально-ориентировочное средство в формировании профессиональной деятельности врача / Д.З. Ходжаева // Magyar Tudományos Journal. – 2020. – № 38(38). – С. 46-49. – DOI 10.21209/2542-0089-2018-13-2-71-78.
- Денисов, Е.Н. Проблемы преподавания биофизики в медицинском вузе / Е.Н. Денисов, Г.В. Чернова // NovalInfo.Ru. – 2018. – Т. 1, № 78. – С. 224-227.
- Десненко, С.И. Профессионально ориентированное содержание физики в медицинском вузе / С.И. Десненко, А.Н. Кобзарь // Ученые записки Забайкальского государственного университета. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 71-78. – DOI 10.21209/2542-0089-2018-13-2-71-78.
- Усова, А. В. Практикум по решению физических задач : Для студентов физико-математических факультетов / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева ; А.В.Усова, Н.Н.Тулькибаева. – 2-е издание. – М.: Издательство "Просвещение", 2001. – 206 с.
- Полицинский, Е.В. Задачи по физике. Руководство к выполнению контрольных работ : Учебно-методическое пособие / Е. В. Полицинский. – Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. – 240 с.
- Дигурова, И.И. Решение профессионально ориентированных физических задач на лабораторном занятии / И.И. Дигурова, Р.В. Дигуров // Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 120-летию Александра Васильевича Пёрышкина, Рязань, 24–25 марта 2022 года / Под редакцией В.А. Степанова, О.В. Кузнецовой. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2022. – С. 72-73. – DOI 10.37724/n6223-7992-8030-x.

References

- Khodzhayeva, D.Z. Predmet fiziki – kak professional'no-oriyentirovochnoye sredstvo v formirovaniy professional'noy deyatel'nosti vracha / D.Z. Khodzhayeva // Magyar Tudományos Journal. – 2020. – № 38(38). – S. 46-49. – DOI 10.21209/2542-0089-2018-13-2-71-78.
- Denisov, Ye.N. Problemy prepodavaniya biofiziki v meditsinskom vuze / Ye.N. Denisov, G.V. Chernova // NovalInfo.Ru. – 2018. – T. 1, № 78. – S. 224-227.
- Desnenko, S.I. Professional'no oriyentirovannoye sodержaniye fiziki v meditsinskom vuze / S.I. Desnenko, A.N. Kobzar' // Uchenyye zapiski Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2018. – T. 13, № 2. – S. 71-78. – DOI 10.21209/2542-0089-2018-13-2-71-78.
- Usova, A. V. Praktikum po resheniyu fizicheskikh zadach : Dlya studentov fiziko-matematicheskikh fakul'tetov / A. V. Usova, N. N. Tul'kibayeva ; A.V.Usova, N.N.Tul'kibayeva. – 2-ye izdaniye. – M.: Izdatel'stvo "Prosveshcheniye", 2001. – 206 s.
- Politsinskiy, Ye.V. Zadachi po fizike. Rukovodstvo k vypolneniyu kontrol'nykh rabot : Uchebno-metodicheskoye posobiye / Ye. V. Politsinskiy. – Tomsk : Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy politekhnicheskiy universitet, 2014. – 240 s.
- Digurova, I.I. Resheniye professional'no oriyentirovannykh fizicheskikh zadach na laboratornom zanyatii / I.I. Digurova, R.V. Digurov // Aktual'nyye problemy fiziki i tekhnologii v obrazovanii, nauke i proizvodstve : Materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 120-letiyu Aleksandra Vasil'yevicha Poryshkina, Ryazan', 24–25 marta 2022 goda / Pod redaktsiyey V.A. Stepanova, O.V. Kuznetsovoy. – Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Yesenina, 2022. – S. 72-73. – DOI 10.37724/n6223-7992-8030-x.

SOLVING PHYSICAL PROBLEMS AS A TOOL FOR FORMING PROFESSIONAL COMPETENCIES OF A DOCTOR AND PHARMACIST

I.I. Digurova¹

Abstract

Solving physical problems can be considered as a goal and method of teaching. Insufficient fundamental knowledge of medical university students will not allow them to meet modern requirements of medical science. The choice of physics tasks, the content of which is focused on the future profession, contributes to the formation of professional and general cultural competencies of a doctor and a pharmacist. It is reasonable to use such tasks in different types of classes: seminars, laboratory workshops, colloquiums. Motivation is increased by selecting tasks taking into account the future medical specialty and identifying interdisciplinary connections. The article provides examples of tasks in accordance with the goals set during the lesson.

Keywords

physical tasks, professional competencies, situational tasks, motivation.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Digurova Irina Ivanovna, digurova56@mail.ru

УДК: 53:51:61-378:62-519
DOI:10.24075/МТСРЕ.2024.07

ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ В МЕДИЦИНСКИХ ВУЗАХ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.А. Кягова¹

Аннотация

В статье представлен обзор основных характеристик дистанционного обучения, рассматриваются его основные особенности и формы (синхронное, асинхронное, смешанное), преимущества и недостатки, роли обучающегося и преподавателя в нем, возможные технические сложности при его реализации. Описывается подход к применению дистанционного обучения в ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Детально рассматривается система дистанционного обучения РНИМУ, ее задачи, виды используемых виртуальных объектов при обучении студентов физике и математике, и способах контроля их знаний. Делается заключение, что применение дистанционного обучения с использованием профессионально-разработанных дополнительных учебных материалов, доступных для студентов в дистанционном виде, может быть полезным в рамках самостоятельной работы студентов при изучении ими физики и математики и повышении их мотивации к обучению.

Ключевые слова

дистанционное обучение, формы дистанционного обучения, виртуальные объекты, контроль за усвоением материала.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Кягова Алла Анатольевна, kyagova_aa@rsmu.ru

Введение

Информатизация образовательного процесса является ключевым механизмом модернизации всей системы высшего образования Российской Федерации. Сегодня наряду с традиционными формами образования в ВУЗах применяется дистанционное обучение (ДО) – форма, основанная на взаимодействии между преподавателем и обучающимся на расстоянии, когда все, или большая часть учебных процедур реализуются с использованием современных информационных и телекоммуникационных технологий.

По мнению преподавателей многих медицинских ВУЗов Российской Федерации, проводящих занятия по физике и математике, основными проблемами, влияющими на качество учебного процесса, являются: относительно невысокий уровень знаний по физике у основной массы студентов, тенденция к уменьшению мотивации к учебной деятельности, недостаточные навыки самоорганизации. В этой связи, для эффективного усвоения студентами учебной программы с учетом их индивидуальных базовых знаний, для увеличения мотивации студентов к учебной деятельности и для реализации студентами самостоятельной работы в выбранном ими для себя режиме удобно использовать информационные и коммуникационные технологии в образовательном процессе, а именно, дистанционное обучение.

Однако, как и любое обучение, дистанционная форма обучения имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Кроме того, качество обучения студентов при ДО во многом может определяться не только техническими возможностями конкретного ВУЗа, но и наличием педагогических кадров, которые обладают цифровыми компетенциями и могут активно участвовать в реализации цифровых технологий, в цифровизации преподаваемой дисциплины.

Основные особенности и формы дистанционного обучения

Основные положения дистанционного обучения при реализации образовательных программ организациями, осуществляющими образовательную деятельность, отражены в Федеральном законе от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024)¹.

Согласно этому документу, под дистанционными информационными технологиями (ДОТ) понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников. Тогда как, электронное обучение (ЭО) – это организация образовательного процесса с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников.

Особенности дистанционного обучения (в частности, специфика роли преподавателя) влияют и на выбор используемых технологий. Преподаватель при традиционной форме обучения является центральной фигурой, основным интерпретатором и передатчиком знаний. При ДО роль преподавателя остается значимой, но не преобладающей, так как роль самостоятельности обучающегося при получении им знаний и при выборе источников информации становится все более существенной [1]. С нашей точки зрения и по мнению некоторых авторов [6], в условиях ДО преподавателю отведено место координатора, помогающего ориентироваться студенту в различных источниках информации и затем применять полученные знания на практике. Преподаватель при этом может выбирать методы обучения, отдавая предпочтение методам развивающего и активного обучения.

Другой особенностью ДО является также то, что оно позволяет реализовать обучение с учетом личностных качеств обучающегося, а также его образовательных целей и возможностей. Интерактивные мультимедийные средства обучения в сочетании с разнообразными технологиями самостоятельной работы дают возможность выстроить индивидуализированное обучение с дифференцированным подходом [1].

В Постановлении Правительства РФ от 11.10.2023 N 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного

обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»¹, указано, что при реализации образовательных программ ВО, с применением исключительно дистанционных образовательных технологий предполагается режим обучения, при котором обучающийся осваивает образовательную программу удаленно, взаимодействуя с педагогическим работником исключительно посредством цифровых образовательных сервисов и ресурсов электронной информационно-образовательной среды, и допускается отсутствие учебных занятий, проводимых путем непосредственного взаимодействия педагогического работника с обучающимся в аудитории.

На рис. 1 приведены варианты дистанционного обучения физике и математике, применяемые в медицинских вузах Российской Федерации.

Во всех медицинских вузах РФ, в том числе и в ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, реализуется только очная форма обучения и преимущественно в виде группового ДО. Индивидуальное ДО, как правило, применяют при необходимости компенсации разности в Программах по преподаваемым дисциплинам у студентов, переводимых

из сторонних ВУЗов, а также при работе с иностранными студентами.

Под **синхронным обучением** понимается онлайн или дистанционное обучение, которое происходит в режиме реального времени, относится к учебному мероприятию, в котором группа студентов и преподаватель участвуют одновременно [2, 3, 4]. Благодаря синхронному обучению, учащиеся могут мгновенно получать обратную связь от своих сокурсников или преподавателей с помощью мгновенных сообщений. Методы синхронного онлайн-обучения включают в себя видеоконференции, вебинары (веб-занятия), телеконференции, чаты и прямые трансляции. Для этого используются платформы для видеоконференций: Webinar, Zoom, Telegram, Skype, Yandex-телемост и др.

Преимуществами синхронного ДО (при отсутствии учебных занятий, проводимых путем непосредственного взаимодействия педагогического работника с обучающимся в аудитории) являются:

а) **высокое качество обучения** (преподаватель контролирует процесс подачи информации, а у студентов есть возможность получить обратную связь в режиме реального времени);



Рис. 1. Варианты дистанционного обучения физике и математике.

¹ Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024)

¹ Постановление Правительства РФ от 11.10.2023 N 1678 "Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ" (вступ. в силу с 01.09.2024)

б) **эффект присутствия** (данная форма решает одну из главных проблем асинхронного ДО — отсутствие эмоционального контакта между преподавателем и студентами);

в) **легко приспособиться** (для преподавателей не составляет труда перейти на ДО синхронной формы, разобравшись в технической стороне вопроса, а добавление иллюстраций, видео-демонстраций, презентаций сделает материал более понятным и интересным для студента).

К основным **недостаткам синхронного ДО** относят невозможность для студента обучаться в любое удобное для него время и снижение посещаемости занятий со временем. Очное обучение дисциплинирует студентов сильнее, чем ДО, студенту проще не включить вовремя компьютер, чем совсем не пойти в Университет.

Асинхронное обучение строится на самостоятельной работе студентов, представляет собой формат, при котором контакт между студентом и преподавателем осуществляется с задержкой во времени [4]. При асинхронном ДО все материалы подготовлены и структурированы для изучения заранее, студенты изучают материал по свободному графику, сдают контрольные тесты, работы и т.д. к определенному дедлайну. При асинхронном типе ДО участие преподавателя является минимальным, его задача заключается в проверке им домашнего задания и аттестации студента.

К преимуществам асинхронного ДО можно отнести:

- **удобный график обучения для студентов** (исходя из своих возможностей, студент сам составляет удобный график обучения, может обучаться в любом месте и в удобном для себя темпе).

Основными недостатками асинхронного ДО являются отсутствие эмоционального контакта между преподавателем и студентом, что может негативно сказываться на успеваемости и мотивации последнего, а также технические сложности, возникающие у преподавателей, обусловленные необходимостью подготовки им большого объема видеоматериалов, электронных ресурсов в текстовой форме и т.д., связанные с низкой квалификацией в работе с программами и платформами, которые понадобятся для реализации асинхронного обучения.

Под **смешанным обучением** преимущественно понимают сочетание традиционной формы обучения и ДО (синхронного/асинхронного), часть информации студенты получают на аудиторных занятиях, остальную часть изучают самостоятельно или через

онлайн-занятия [2, 4]. Преимущества смешанного обучения: **высокое качество** (совмещение самостоятельной работы и работы с преподавателем дает самый высокий результат); **индивидуальный подход** (студент может выстроить свою систему обучения, подобрать подходящее время и темп учебы); **вовлеченность студента** (смешанная форма обучения дает больше свободы студенту, меньше его принуждает и больше мотивирует). Проблемой для реализации программ в формате смешанного ДО является то, что не во всех ВУЗах есть технические возможности и достаточное количество технических специалистов для создания платформ для ДО, виртуальных учебно-методических комплексов, оптимизированных для конкретной дисциплины.

Выбираемый вид дистанционного обучения позволяет организаторам учебного процесса планировать степень самостоятельности обучения (соотношение между очным и дистанционным обучением); степень персонализации (соотношение индивидуальных и групповых занятий); уровень творчества обучаемых и обучающихся (соотношение между продуктивным и репродуктивным учением и преподаванием) [5].

Система дистанционного обучения в ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Для получения возможности реализации всех достоинств ДО во многих вузах, в том числе и РНИМУ, используется система дистанционного обучения (СДО). Основные задачи СДО следующие: обеспечить обучающихся учебными и учебно-методическими материалами, упростить и упорядочить обратную связь с преподавателем, упростить и ускорить процессы, связанные с управлением учебным процессом.

Основные виртуальные объекты СДО, в том числе и при ее применении в обучении студентов физике и математике, подразделяют на относящиеся к **аппарату представления**, **аппарату усвоения** знаний и **аппарату ориентировки** предоставляемого учебного материала. Наполнение виртуальными объектами того или иного вида аппарата при ДО приведена на рис. 2.

Многими вузами РФ для реализации процесса ДО используются довольно дорогостоящие и не вполне удобные в эксплуатации коммерческие платформы, наиболее популярными из которых являются Moodle, iSpring Learn, NEO LMS.

В ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России для реализации задач, связанных

с ДО, создан отдел электронных образовательных ресурсов. Отделом разработан и поддерживается Информационно-образовательный комплекс ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России¹ и Автоматизированная образовательная система РНИМУ им. Н.И. Пирогова², на которых размещена информация, необходимая для преподавателей и студентов, принимающих участие в процессе ДО. Сайты предоставляют студентам доступ к разработанным преподавателями курсам дисциплин, в том числе по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика». Разработанная сотрудниками кафедры физики и математики педиатрического факультета на базе указанных двух ресурсов электронно-образовательная среда (ЭОС) по физике и математике включает комплекс виртуальных учебных объектов (видео-лекции, видео-демонстрации лабораторных работ с четким алгоритмом их проведения, электронные методические пособия и др.), систему самоконтроля и контроля знаний студентов, информацию о ходе обучения. Обратная связь в ЭОС между преподавателем и студентом реализуется при помощи чата сообщений и панели проверки контрольных работ.

Для привлечения внимания студентов при ДО, в видеолекциях и слайдах презентаций, подготовленных заранее преподавателем к занятиям, изучаемый студентом материал обязательно снабжен анимациями и видео-демонстрациями физических явлений и методов в медицине. Все виртуальные учебные материалы полностью соответствуют рабочим программам по дисциплинам «Физика, математика» и «Медицинская и биологическая физика» для студентов, обучающихся по специальностям лечебное дело, педиатрия и стоматология. Проведение лабораторных работ (ЛР) по физике при ДО в полном объеме осуществляется путем демонстрации преподавателем видео ЛР во время онлайн-занятия, а также оно доступно студентам в ЭОС РНИМУ. Студенту на адрес его персональной электронной почты отправляется задание к ЛР, в последующем студенты загружают отчет (конспект теории и расчеты) по выполненной работе в ЭОС РНИМУ. Преподаватель проверяет работу студента и оставляет в ЭОС около работы свою рецензию.



Рис. 2. Виды виртуальных учебных объектов по физике при ДО

¹ <https://aos.rsmu.ru/> (дата обращения 03.03.2024 г.)

² <https://ks.rsmu.ru> (дата обращения 03.03.2024 г.)

При асинхронном ДО по физике и математике на платформе ЭОС РНИМУ, каждый тематический блок включает видео-лекцию, видео ЛР, тест автоматического самоконтроля и контроля знаний студента. При автоматическом контроле знаний по физике и математике в ЭОС РНИМУ используются следующие формы тестовых заданий:

а) задание на множественный выбор – обучаемый выбирает несколько правильных ответов из предложенных;

б) задание на установление соответствия – необходимо установить правильное соответствие между элементами двух множеств: объектов (субъектов, процессов) и их атрибутов (свойств, характеристик, структур и т.п.);

в) задание закрытой формы – обучаемый выбирает заключение из нескольких предложенных

правдоподобных вариантов, из которых лишь один ответ является правильным;

г) задания открытой формы – студент самостоятельно формулирует заключение или подставляет пропущенное слово (слова).

Заключение

Живое общение студента и преподавателя превзойти тяжело при дистанционном обучении. Однако, его частичное применение с использованием профессионально-разработанных дополнительных учебных материалов, доступных для студентов в дистанционном виде, на наш взгляд, может быть полезным в рамках самостоятельной работы студентов при изучении студентами физики и математики и повышении их мотивации к обучению.

Список литературы

1. Балык, А.С. Обучение посредством дистанционных образовательных технологий как форма организации учебного процесса в вузе / А.С. Балык, Е.Н. Семкина // Образование личности. – 2021. – № 3-4. – С. 21-29.
2. Блинов, В.И. Модели смешанного обучения: организационно-дидактическая типология / В.И. Блинов, Е.Ю. Есенина, И. С. Сергеев // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30, № 5. – С. 44-64. – DOI 10.31992/0869-3617-2021-30-5-44-64.
3. Смешанные образовательные технологии в высшем образовании: систематический обзор отечественных публикаций / Н.В. Бордовская, Е.А. Кошкина, М.А. Тихомирова, Л.А. Мелкая // Высшее образование в России. – 2022. – Т. 31, № 8-9. – С. 58-78. – DOI 10.31992/0869-3617-2022-31-8-9-58-78.
4. Исакович, А.П. Трактовка термина «смешанное обучение» с точки зрения технологического и содержательного подходов: теоретический обзор / А.П. Исакович // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2023. – Т. 8, № 6. – С. 589-598. – DOI 10.30853/ped20230099.
5. Узденова, Б.Х. Современные технологии дистанционного обучения / Б.Х. Узденова, К.В. Шебзухова // Синергия Наук. – 2023. – № 80. – С. 590-620.
6. Шестопалов, Е.В. Преимущества и недостатки дистанционного обучения / Е.В. Шестопалов, Е.В. Суворова // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. – С. 61. – DOI 10.17513/spno.30349.

References

1. Balyk, A.S. Obucheniye posredstvom distantsionnykh obrazovatel'nykh tekhnologiy kak forma organizatsii uchebnogo protsessa v vuze / A.S. Balyk, Ye.N. Semkina // Obrazovaniye lichnosti. – 2021. – № 3-4. – S. 21-29.
2. Blinov, V.I. Modeli smeshannogo obucheniya: organizatsionno-didakticheskaya tipologiya / V.I. Blinov, Ye.YU. Yesenina, I. S. Sergeev // Vyssheye obrazovaniye v Rossii. – 2021. – T. 30, № 5. – S. 44-64. – DOI 10.31992/0869-3617-2021-30-5-44-64.
3. Smeshannyye obrazovatel'nyye tekhnologii v vysshem obrazovanii: sistematicheskii obzor otechestvennykh publikatsiy / N.V. Bordovskaya, Ye.A. Koshkina, M.A. Tikhomirova, L.A. Melkaya // Vyssheye obrazovaniye v Rossii. – 2022. – T. 31, № 8-9. – S. 58-78. – DOI 10.31992/0869-3617-2022-31-8-9-58-78.
4. Isakovich, A.P. Traktovka termina «smeshannoye obucheniye» s tochki zreniya tekhnologicheskogo i sodержatel'nogo podkhodov: teoreticheskii obzor / A.P. Isakovich // Pedagogika. Voprosy teorii i praktiki. – 2023. – T. 8, № 6. – S. 589-598. – DOI 10.30853/ped20230099.
5. Uzdenova, B.KH. Sovremennyye tekhnologii distantsionnogo obucheniya / B.KH. Uzdenova, K.V. Shebzukhova // Sinergiya Nauk. – 2023. – № 80. – S. 590-620.
6. Shestopalov, Ye.V. Preimushchestva i nedostatki distantsionnogo obucheniya / Ye.V. Shestopalov, Ye.V. Suvorova // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2020. – № 6. – S. 61. – DOI 10.17513/spno.30349.

A.A. Kyagova¹

Abstract

The article provides an overview of the main characteristics of distance learning, discusses its main features and forms (synchronous, asynchronous, mixed), advantages and disadvantages, the roles of the student and teacher in it, possible technical difficulties in its implementation. The approach to the application of distance learning at the Pirogov Russian National Research Medical University is described. The RNIMU distance learning system, its tasks, the types of virtual objects used in teaching students physics and mathematics, and ways to monitor their knowledge are examined in detail. It is concluded that the use of distance learning using professionally developed additional educational materials available to students remotely can be useful as part of students' independent work when studying physics and mathematics and increasing their motivation to learn.

Keywords

distance learning, forms of distance learning, virtual objects, control over the assimilation of material.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Alla Anatolyevna Kyagova, kyagova_aa@rsmu.ru

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОГО СТИЛЯ РУССКОЙ РЕЧИ У ИНОСТРАННЫХ УЧАЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

И.И. Дигурова¹

Аннотация

В настоящее время увеличивается количество иностранных студентов в российских университетах. Часть из них обучается на русском языке с первого курса. На подготовительном отделении РНИМУ им. Н.И. Пирогова слушатели изучают русский язык, физику, химию, биологию. На кафедре физики с учащимися не только повторяют школьный курс физики, но и формируют научный стиль русской речи. Обучение без применения языка-посредника стимулирует развитие коммуникации. Занимаясь на подготовительном отделении, слушатели постепенно переходят от физических терминов к научным формулировкам. В статье рассматриваются некоторые методические приемы преподавания физики на русском языке иностранным слушателям подготовительного отделения.

Ключевые слова

иностранные учащиеся, русская речь, научный стиль.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Дигурова Ирина Ивановна, digurova56@mail.ru

Федеральным проектом «Экспорт образования»¹ предусматривается увеличение к 2025 году численности иностранных граждан, обучающихся в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по программам высшего образования, до 710 тысяч человек. Моделями экспорта образования являются, в частности, совместные образовательные программы и онлайн обучение. К более сложным моделям относятся сетевые университеты и институциональное присутствие за рубежом. Внутренняя интернационализация подразумевает получение иностранными студентами высшего образования по очной, очно-заочной и заочной формам на всех уровнях (двузоровская подготовка, бакалавриат, магистратура, аспирантура, программы повышения квалификации) исключительно на территории Российской Федерации.

На протяжении многих лет в медицинских университетах нашей страны обучаются иностранные граждане, как на русском языке, так и на языке – посреднике (чаще английском). Студенты приезжают на учебу и из ближнего, и из дальнего зарубежья. Главная цель изучения русского языка – практическая: формирование у иностранных учащихся коммуникативной компетенции, способности общаться на русском языке. В учебниках, справочниках, на лекциях, при подготовке научных докладов, рефератов, статей, диссертаций и в других жанрах реализуется научный стиль русской речи. Научному стилю присущи предварительное обдумывание высказывания, монологический характер, строгий отбор языковых средств, тяготение к нормированной речи, строгая логичность и точность изложения. Для изучения физики и медицинской физики на первом курсе студентам–иностранцам, обучающимся на русском языке, необходимы не только базовые знания по предмету, но и владение научным стилем русского языка.

Подход к обучению может быть различным. Это могут быть прямые методы: натуральный, аудиовизуальный, аудиолингвальный. Они ориентированы на создание непосредственных ассоциаций между словами или грамматическими формами и соответствующими им понятиями (минуя родной язык). К сознательным методам относятся переводно-грамматический, программированный, сознательно–сопоставительный (предусматривающий опору на родной язык). Комбинированными методами являются коммуникативный, активный,

репродуктивно–креативный. При коммуникативном методе основные языковые навыки развиваются одновременно, в процессе живого общения. «Погружение» в иностранную языковую среду является одним из вариантов интенсивного метода. Успех обучения физике и математике на русском языке во многом зависит от методических приемов преподавания.

На подготовительном отделении РНИМУ им. Н.И. Пирогова занимаются иностранные граждане, которые выбрали обучение в ВУЗе на русском языке. При обучении физике в группах довузовской подготовки преподаватели используют только русский язык, стимулируя у слушателей общение на русском языке. Иностранцы слушатели занимаются на кафедре физики и математики в течение четырех месяцев. За такое непродолжительное время обучения учащиеся должны научиться понимать слова, словосочетания, фразы, сообщения. К началу занятий по физике их знания по русскому языку невелики: фонетика, графика, начала грамматики. Несмотря на то, что, приехав в Россию, иностранные учащиеся находятся в естественной языковой среде, на русском языке они общаются мало. Если в группе обучаются представители одной страны, то они стараются все учебные вопросы обсуждать на родном языке. Если слушатели приехали из разных стран, то при общении в аудитории они часто применяют язык-посредник (в основном английский) или пользуются интерактивными переводчиками. Поэтому необходимо создать условия, чтобы учащиеся подготовительного отделения могли не только повторить школьный материал, необходимый для усвоения медицинской физики на первом курсе, но и последовательно расширить словарный запас и навыки письменной и устной речи.

Иностранцы студенты, поступившие в РНИМУ им. Н.И. Пирогова, могли обучаться на подготовительных отделениях в других университетах нашей страны. Так как физика в большинстве медицинских ВУЗов не является вступительным экзаменом, то не во всех ВУЗах программой обучения на этапе довузовской подготовки предусматривается изучение этого предмета на русском языке. Те студенты, которые на подготовительном отделении изучали физику, на первом курсе в большей степени готовы к устному общению с преподавателем на практических занятиях и коллоквиумах. Для них привычно использовать физическую терминологию на русском языке; их возможности письма и устной

речи на русском языке лучше. Дистанционное обучение в большей степени, чем очное, показало, что отсутствие физики на этапе довузовской подготовки негативно влияет на способность к коммуникации на занятиях по физике на первом курсе.

При обучении иностранных учащихся на подготовительном отделении полезным является использование адаптированного учебника и рабочих тетрадей, что практикуется сейчас во многих университетах. На кафедре физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова также издана рабочая тетрадь, содержащая разноплановые задания по каждой теме (заполнение словаря, тесты, задачи и т.д.).

Для формирования научного стиля русской речи на занятиях по физике на подготовительном отделении нами используется прием нарастающего повторения внутри каждой темы [1, 2]. Так же проводились занятия и при вынужденном переходе на дистанционное обучение [2, 3].

В основе речевой коммуникации лежат следующие виды речевой деятельности: аудирование, говорение, чтение, письмо. При проведении занятия представляется целесообразным придерживаться следующей последовательности объяснения нового материала:

1. Введение физических терминов на русском языке, опираясь на рисунки, схемы, общепринятые международные обозначения физических величин. Термины пишутся на доске или показываются на экране; слушатели переписывают их в тетради. Таким образом, на начальном этапе рассмотрения любой темы следует опираться на имеющиеся у учащихся знания в области естественных наук. Знакомясь с новыми русскими словами и повторяя их за преподавателем, слушатели выполняют упражнения на восприятие и имитацию.

2. Объяснение нового материала по теме занятия. Для достижения хорошего результата монолог преподавателя не должен быть долгим (не более нескольких минут подряд). В противном случае учащиеся быстро утомятся и перестанут воспринимать информацию. При наличии технической возможности в аудитории эффективным является использование адаптированных презентаций, возможно, с видеосюжетами, дублирование текстов на экране во время объяснения нового материала, его представление в виде таблиц и схем. Основные формулы, единицы измерения, формулировки законов учащиеся записывают в тетрадь.

После этого преподаватель объясняет следующий небольшой блок. К концу обучения монолог преподавателя может становиться более продолжительным. Для выработки научного стиля речи необходимо использовать наречия и вводные слова, постепенно приучая к этому и слушателей.

3. Решение типовых задач. При работе у доски слушатель должен произносить вслух названия физических величин, комментировать свои действия по ходу решения. Необходимо постоянно стимулировать его к произнесению новых терминов, к ведению диалога с преподавателем. Вначале ответы могут быть односложными, но затем должны становиться все более развернутыми. Таким образом, слушатель тренируется в употреблении новых слов и словосочетаний.

4. Следующим этапом является работа с учебником. В каждом его разделе предлагаются вопросы, для ответа на которые учащиеся должны поработать с текстом. Затем они отвечают на вопросы преподавателя, зачитывая ответы из учебника. Полезным является чтение вслух учащимися небольших текстов (вначале из 3-5 предложений по 3-4 слова) по теме занятия. При этом есть возможность исправить неправильное произношение или ударение. Тексты можно взять из учебника, либо их составляет преподаватель. Прочтение изученного материала является упражнением на наблюдение. Новые термины при этом должны употребляться в разных контекстах. Постепенно скорость чтения будет нарастать, и количество предложений можно увеличивать. Это способствует постепенному развитию речевого навыка, расширению словарного запаса и переходу к пониманию не только слов, но и словосочетаний, фраз и, наконец, сообщений по физике на русском языке.

5. Следующим этапом является физический диктант. Диктанты должны быть небольшими по объему (3-4 предложения). Их нужно сразу проверить, исправив ошибки и указав на них учащимся.

Рассмотрим эту последовательность на конкретном примере. При изучении темы «Механические волны. Звук» можно использовать презентации или запись на доске. Знакомство с механическими волнами можно начать с примеров. Характеристики механической волны можно дать в виде таблицы с обозначением и размерностью (табл. 1).

Также в виде таблицы можно записать классификацию механических волн (с указанием диапазона частот). Понятие о продольных и поперечных волнах

¹ <http://government.ru/info/27864/> (дата обращения 12.03.2024 г.)

Таблица 1.

Характеристики механической волны.

Название	Обозначение	Размерность
Скорость	u	м/с
Частота	ν	Гц
Период	T	с
Длина волны	λ	м
Амплитуда	A	м

лучше вводить с помощью рисунков. При записи основных формул, можно попросить слушателей назвать физические величины, входящие в формулы. Типовые задачи вначале не должны быть сложными. На первом этапе целью должно быть запоминание и правильное употребление новых терминов, в том числе во множественном числе. В условии задачи они дублируются общепринятыми буквенными обозначениями. Например: «Скорость звука в воздухе $u = 320$ м/с. Определить частоты для волн длиной $\lambda_1 = 2$ м и $\lambda_2 = 0,4$ м?». После этого можно предложить более сложные задачи. Учащиеся, обладающие хорошей школьной подготовкой по физике с удовольствием решают задачи повышенной сложности, что увеличивает их интерес к предмету.

После этого можно предложить более сложные задачи. Учащиеся, обладающие хорошей школьной подготовкой по физике с удовольствием решают задачи повышенной сложности, что увеличивает их интерес к предмету.

Затем слушатели могут приступить к работе с учебником и рабочей тетрадью. Контроль над усвоением материала в аудитории можно вести с помощью тестов. Желательно, чтобы на первых порах формулировка заданий в них была короткой. Например:

«Звук – это механические волны частотой

а) менее 20 Гц; б) от 20 Гц до 20 кГц; в) более 20 кГц».

По мере улучшения речевых навыков задания становятся сложнее.

Для чтения можно выбрать небольшой абзац из учебника. Физический диктант на первых порах не должен включать более 2-3 небольших предложений, в которые входят изученные на данном занятии физические термины. Например: «Звук – механическая волна», «Частота измеряется в герцах».

В качестве домашнего задания слушателям можно предложить качественные, расчетные или графические задачи, задания, где нужно вставить правильный ответ вместо точек, подготовку ответов на вопросы по пройденному материалу.

После изучения раздела математики проводится контрольная работа, а после каждого раздела физики – коллоквиум. Подготовкой к предстоящему коллоквиуму следует заниматься на каждом уроке при изучении новой темы. Запомнить и пересказать тексты учебника по 15-20 вопросам коллоквиума для слушателей сложно. Наибольшие затруднения на коллоквиуме для изложения вызывали вопросы, подразумевающие знание словесных формулировок законов, определений физических величин. Поэтому желательно, чтобы на каждом занятии слушатели записывали краткие ответы на вопросы, с формулами, графиками и небольшими текстами, которые они могут заучить. С учетом необходимости развития у них коммуникативной функции после их ответа нужно проводить беседу, стимулируя их отвечать на вопросы преподавателя. Можно проводить модульный контроль двумя способами: письменно для проверки определений, формул, графиков и устно в виде небольшого блиц-опроса [4]. Особенно эффективной такая форма была во время дистанционного обучения.

Несмотря на отсутствие вступительного экзамена по физике, после окончания обучения на подготовительном отделении слушатели сдают экзамен и по этому предмету. Экзамен может проходить в устной или тестовой форме. Тестовый формат является более простым для слушателей и проводится в группах, показавших более низкие достижения в процессе обучения. Задания могут включать 10-30 вопросов (теоретических и расчетных) из разных разделов физики. Оценки, полученные в баллах, переводятся в традиционную пятибалльную систему. Однако на таком экзамене нет возможности проверить умение вести беседу на русском языке. Поэтому тестирование можно дополнить заданием, подразумевающим ответы на вопросы по предложенному физическому тексту. Однако более предпочтителен устный экзамен, на котором можно проверить и знания по физике, и навыки речевой деятельности.

В качестве примера ниже приводится вариант задания на устном экзамене. Оно включает 2-3 небольших теоретических вопроса и 2-3 задачи из разных тем. Это дает возможность более полно проверить знания учащегося.

Преимуществом в изучении физики на русском языке (подготовительное отделение – первый

курс) позволяет более эффективно формировать научный стиль русской речи на занятиях по физике. Обучаясь на первом курсе после прохождения довузовской подготовки, иностранные студенты легче адаптируются к изучению медицинской физики, могут записывать необходимый материал, вести диалоги.

Пример варианта задания для устного ответа на экзамене по дисциплине «Физика, математика»



1. Первый закон термодинамики.
2. Фотон. Энергия и импульс фотона.
3. Электромагнитные колебания. Период свободных электромагнитных колебаний.
4. На расстоянии $r = 3$ см от заряда $q = 4$ нКл, находящегося в жидком диэлектрике, напряженность поля $E = 20$ кВ/м. Какова диэлектрическая проницаемость диэлектрика ϵ ?
5. Сила тока в зависимости от времени изменяется по закону: $i = 0,2 \cos 4\pi t$. (i - в амперах, t - в секундах). Определите действующее значение силы тока.
6. Найдите по графику амплитуду и период колебаний.

Пример тестовых заданий на экзамене по дисциплине «Физика, математика»

1. Модуль силы трения определяется по формуле:
а) $F = \mu N$; б) $F = mv^2/2$; в) $F = mg$.
2. Вагон массой 40 т движется равномерно по рельсам со скоростью 30 м/с. Импульс равен (кг·м)/с.
а) $12 \cdot 10^5$; б) 1200; в) $1,2 \cdot 10^5$.
3. Сила поверхностного натяжения определяется по формуле:
а) $F = \alpha/l$; б) $F = \alpha l$; в) $F = E/S$.
4. Абсолютная температура и объем идеального газа увеличились в 2 раза. Давление
а) увеличится в 4 раза; б) не изменится; в) уменьшится в 4 раза.
5. При увеличении расстояния между заряженными телами их взаимодействие
а) увеличивается; б) уменьшается; в) не изменяется.
6. Укажите единицу СИ силы тока:
а) А; б) В; в) Ом; г) Кл; д) Н.
7. Магнитное поле создается
а) неподвижными заряженными частицами и проводниками с током;
б) движущимися заряженными частицами, проводниками с током, постоянными магнитами и переменным электрическим полем.
8. Электромагнитные волны являются ...
а) продольными; б) поперечными;
9. В геометрической оптике свет представляют как:
а) электромагнитную волну; б) поток частиц света – фотонов; в) световые лучи.
10. Фаза волны определяется по формуле
а) $\varphi = \omega t$ б) $\varphi = \omega t + \varphi_0$ в) $\varphi = \omega(t+x/v)$
11. Активность препарата уменьшилась в 2,5 раза за 7 суток. Период полураспада равен суток.
а) 5,3 суток б) 5,8 суток в) 6,3 суток г) 6,8 суток

Список литературы

1. Дигурова, И.И. Методические приемы формирования научного стиля русского языка на занятиях по физике у иностранных учащихся подготовительного отделения / И.И. Дигурова // Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 25–26 марта 2021 года / Под редакцией В.А. Степанова, О.В. Кузнецовой. Том Выпуск 2. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2021. – С. 57-59.
2. Дигурова, И.И. Формирования научного стиля русской речи у иностранных студентов на занятиях по физике при дистанционном обучении / И.И. Дигурова, Р.В. Дигуров // Интеграция медицинского и фармацевтического образования, науки и практики : Сборник статей I Международного научно-педагогического форума, посвященного 80-летию ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, Красноярск, 02–04 февраля 2022 года / Гл. редактор И.А. Соловьева. – Красноярск, 2022. – С. 41-44.
3. Бондаренко, В.А. Проблемы организации дистанционного обучения по русскому языку как иностранному (из опыта подготовительных курсов для иностранных слушателей) / В.А. Бондаренко // Молодой ученый. – 2020. – № 39(329). – С. 185-187.
4. Дигуров, Р.В. Опыт проведения модульного контроля по физике у студентов нефизических специальностей / Р. В. Дигуров, Н. Н. Гурова // Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 25–26 марта 2021 года / Под редакцией В.А. Степанова, О.В. Кузнецовой. Том Выпуск 2. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2021. – С. 55-57.

References

1. Digurova, I.I. Metodicheskiye priemy formirovaniya sovremennogo stilya russkogo yazyka na zanyatiyakh po fizike u inostrannykh uchashchikhsya podgotovitel'nogo otdeleniya / I.I. Digurova // Aktual'nyye problemy fiziki i tekhnologiy v obrazovanii, nauke i proizvodstve : Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ryazan', 25–26 marta 2021 goda / Pod redaktsiyey V.A. Stepanova, O.V. Kuznetsovoy. Tom Vypusk 2. – Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Yesenina, 2021. – S. 57-59.
2. Digurova, I.I. Formirovaniye nauchnogo stilya russkoy rechi u inostrannykh studentov na zanyatiyakh po fizike pri distantsionnom obuchenii / I.I. Digurova, R.V. Digurov // Integratsiya meditsinskogo i farmatsevticheskogo obrazovaniya, nauki i praktiki : Sbornik statey I Mezhdunarodnogo nauchno-pedagogicheskogo foruma, posvyashchennogo 80-letiyu FGBOU VO KrasGMU im. prof. V.F. Voyno-Yasenetskogo Minzdrava Rossii, Krasnoyarsk, 02–04 fevralya 2022 goda / Gl. redaktor I.A. Solov'yeva. – Krasnoyarsk, 2022. – S. 41-44.
3. Bondarenko, V.A. Problemy organizatsii distantsionnogo obucheniya po angliyskomu yazyku kak inostrannomu (iz opyta provedeniya kursov dlya inostrannykh slushateley) / V.A. Bondarenko // Molodoy uchenyy. – 2020. – № 39(329). – S. 185-187.
4. Digurov, R.V. Opyt provedeniya modul'nogo kontrolya po fizike u studentov nefizicheskikh spetsial'nostey / R. V. Digurov, N. N. Gurova // Aktual'nyye problemy fiziki i tekhnologiy v obrazovanii, nauke i proizvodstve : Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Ryazan', 25–26 marta 2021 goda / Pod redaktsiyey V.A. Stepanova, O.V. Kuznetsovoy. Tom Vypusk 2. – Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyy universitet imeni S.A. Yesenina, 2021. – S. 55-57.

FORMATION OF THE SCIENTIFIC STYLE OF RUSSIAN SPEECH AMONG FOREIGN STUDENTS IN PHYSICS CLASSES

Digurova I.I.¹

Abstract

Currently, the number of foreign students at Russian universities is increasing. Some of them have been studying in Russian since the first year. At the preparatory department of the Pirogov Russian National Research Medical University, students study Russian, physics, chemistry, biology. At the physics department, students not only repeat the school physics course, but also form a scientific style of Russian speech. Learning without the use of an intermediary language stimulates the development of communication. While studying at the preparatory department, students gradually move from physical terms to scientific formulations. The article discusses some methodological techniques for teaching physics in Russian to foreign students of the preparatory department.

Keywords

foreign students, Russian language, scientific style.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Digurova Irina Ivanovna, digurova56@mail.ru

БИЛИНГВАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ. ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ В МЕДИЦИНСКИХ ВУЗАХ

Смирнова З.М.¹

Аннотация

В статье представлены истоки правомерности использования билингвизма в образовании, основные аспекты билингвального обучения иностранных студентов, определены дидактические условия достижения эффективности билингвального обучения иностранных студентов, представлена дидактическая модель билингвального обучения и дидактический алгоритм обучения иностранных студентов.

Ключевые слова

билигвальное обучение, билигвальная профессионально-предметная компетенция, мотивация иностранных студентов, билигвальное учебное пособие, билигвальный педагог, дидактические условия, дидактический алгоритм.

Одной из проблем, возникающих при обучении иностранных учащихся в российских вузах, является отсутствие единства их речевой и мыслительной деятельности в процессе обучения, когда неродной язык выступает и как средство коммуникации, и как средство познавательной деятельности. Общепринятых принципов и методов обучения иностранных учащихся в российской дидактике не существует, поэтому для решения этой проблемы мы, в частности, обратились к принципу билингвизма.

Исторические корни правомерности билингвизма можно найти в названии первого в России высшего учебного заведения, Славяно-греко-латинской академии, учреждённой в 1687 году по инициативе поэта Семёна Полоцкого, целью создания которой была подготовка образованных людей для нужд России. Славяно-греко-латинская академия исторически дала начало высшему образованию в России.

Проблемой билингвизма в нашей стране занимались еще советские педагоги и психологи в первой половине XX века [1]. В настоящее время принципы билингвального образования развиваются в Новгородском государственном университете (г. Великий Новгород). В 2019г. в Казанском федеральном университете была создана кафедра билингвального образования. Первые билингвальные пособия по физике были созданы в РНИМУ им.Н.И.Пирогова (РГМУ) в 2001 году.

При билингвальном обучении иностранных студентов в России русский язык наряду с родным языком выступает не только как средство коммуникации, но и как инструмент профессиональной и познавательной деятельности, а также межкультурного общения и поликультурного воспитания. Учитывая разнородный контингент иностранных учащихся, обучающихся в российских медицинских вузах, акту-

ализируется проблема второго «родного» языка.

Различные языки имели приоритетное значение как средство межнационального общения на разных этапах развития цивилизации. Латынь, например, оставалась универсальным языком культуры и, следовательно, образования в средние века в Европе. Она продолжала быть языком обучения в университетах и языком обучения ученых и спустя века, когда начальное обучение стало вестись на национальных языках. Латынь была также основным языком обучения в Славяно-греко-латинской академии в начале XVIII столетия в России. Однако в дальнейшем по мере снижения престижа в ее использовании она стала заменяться другими языками.

Французский язык был избранным языком литературы и международных отношений, начиная с XVIII века. Немецкий язык был языком философии и науки в XIX веке. Параллельно с немецким английский язык приобрел популярность в качестве языка международной торговли. Постепенно английский язык стал международным языком науки, средством устной и письменной коммуникации, превратился в средство международного общения. Учитывая эти факты, в качестве «родного» языка иностранных учащихся при их билингвальном обучении в российских вузах был выбран английский язык.

В настоящее время в российской дидактике одним из важных критериев повышения эффективности обучения является компетентностный подход в подготовке специалистов, который характеризуется формированием профессиональной компетентности в процессе обучения, являющейся стратегической целью обучения, поддержанной в нашем случае, билингвальным обучением иностранных учащихся на практическом уровне.

¹ Федеральное государственное автономное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

Для корреспонденции: Смирнова Зоя Михайловна, zm.smirnova@mail.ru



Рис.1. Структурный состав билигвальной профессионально-предметной компетенции (БППК) иностранных студентов [2].

Билингвальное обучение мы рассматриваем как взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся в процессе изучения отдельных предметов, в частности физики, средствами «родного» (английского) и иностранного (русского) языков, обеспечивающую глубокое освоение предметного содержания и высокий уровень владения русским языком, которая позволяет достичь синтеза компетенций, входящих в разработанную структурную схему билингвальной профессионально-предметной компетенции (Рис.1) [2].

Мотивационно-поведенческий компонент билингвальной профессионально-предметной компетенции определяется целями, потребностями иностранных студентов, характеризуется внутренними и внешними мотивами их учебной деятельности, стимулирует творческое проявление интереса к будущей профессии.

Когнитивный компонент билингвальной профессионально-предметной компетенции определяет уровень знаний по изучаемому предмету (физика) и проявляется в знании и применении понятийного физического языка, физической терминологии, физического аппарата; выражается в понимании сущности физических законов и явлений, в умении применять теоретические разработки для решения практических физических задач и выполнения лабораторных работ, а также логически организовывать изучаемый материал.

Данный компонент включает *предметно-содержательный подкомпонент* когнитивного компонента билингвальной профессионально-предметной компетенции – умение поддерживать коммуникацию в предметной сфере, т.е. четко и ясно излагать мысли, анализировать полученные результаты в разных учебных монокультурах, аргументировать выводы, высказывать суждения, строить доказательства, организовывать и поддерживать диалог не только на иностранном, но и на русском языке в процессе обучения.

Также когнитивный компонент включает *предметно-языковой подкомпонент*, который характеризуется речевой и языковой компетенцией как на иностранном, так и на русском языке, и включает знание физического терминологического минимума, языковых клише, характерных для физической речи. *Предметно-языковой подкомпонент* связан с описанием, объяснением физических законов и явлений, самостоятельной работой с билингвальным учебным пособием, с умением давать определения, правильно понимать символику, характерную для физики, с уме-

нием комментировать решение задач на двух языках, умением работать с графическим материалом.

Коммуникативный (межкультурный) компонент билингвальной профессионально-предметной компетенции характеризует способность иностранных учащихся к конструктивному социальному взаимодействию с представителями различных культур при сохранении собственной культурной идентичности в поликультурной среде, к освоению культурно-исторического и социального опыта России средствами «родного» и иностранного (русского) языков, а также к освоению образцов и ценностей российской культуры. Важным является тот факт, что для многих иностранных студентов, изучающих русский язык как иностранный, он важен не только как средство общения в профессиональной сфере деятельности, но и как ключ, открывающий «дверь» в русскую культуру.

Усвоение предметного содержания происходит одновременно с овладением языка предмета, а познавательная деятельность при изучении предмета осуществляется в единстве с речевой деятельностью в условиях билингвального обучения, при этом процессы взаимодействия речи и мышления неотделимы друг от друга. По словам Л.В. Щербы развитие мышления на иностранном языке возможно через движение от сознательного владения языком к владению бессознательному [1]. Этот переход при билингвальном обучении можно реализовать через развитие предметных понятий, через раскрытие предметного содержания дисциплин, когда мышление подключается к этому процессу естественным образом, объединяя мыслительную и речевую деятельность на двух языках. Таким образом, речемыслительная деятельность иностранных учащихся на русском языке развивается и формируется в результате интеграции предметно-содержательного и предметно-языкового компонентов.

Процесс билингвального обучения иностранных студентов российских вузов будет эффективным при последовательной реализации совокупности определенных дидактических условий. Под дидактическими условиями здесь понимается совокупность факторов и компонентов билингвального обучения, способствующих его эффективности.

Нами разработаны основополагающие, на наш взгляд, дидактические условия, необходимые для эффективного билингвального обучения иностранных студентов в российских вузах [2]:

1. Учет особенностей мотивации иностранных студентов к обучению в российских вузах;

2. Признание основополагающей роли билингвального педагога, выполняющего функцию интегратора и организатора учебного процесса;

3. Необходимость применения дидактической модели и дидактического алгоритма билингвального обучения иностранных студентов в российских вузах;

4. Использование билингвального учебного пособия по физике для иностранных студентов.

Одним из основных компонентов технологии обучения в целом является формирование мотивации учебной деятельности. От мотивации зависит результат обучения, определяемый сформированностью профессиональной компетентности. Формирование устойчивой положительной мотивации иностранных учащихся к обучению является необходимым условием для развития их интеллектуальной активности. Мотивация иностранных учащихся характеризуется внутренними и внешними аспектами учебной деятельности. Внутренние мотивы связаны с познавательными потребностями учащихся; со стремлением овладеть новыми знаниями, умениями, навыками, используя русский язык, стремлением проникнуть в суть явлений, преодолевать препятствия и соответственно этому получать внутреннее удовлетворение. Внешние мотивы обусловлены ответственностью перед родителями и обществом, обусловлены оценками при обучении, получением достойного высшего образования, пониманием престижности образования, получаемого в России.

Немаловажным психологическим условием для обучения в российских вузах является формирование положительной мотивации к изучению русского языка, необходимой для овладения предметными знаниями и социальной адаптации иностранных студентов.

Положительная мотивация иностранных учащихся к обучению также формируется благодаря навыкам самостоятельной работы, которая является основой их мобильности и устойчивости. Только в процессе творческой самостоятельной активной деятельности студентов происходит перемещение акцентов их внимания с процесса преподавания на процесс учения и осуществляется формирование и развитие различных умений и навыков, ведущих к сознательному и целенаправленному управлению своей учебной деятельностью. При билингвальном обучении основными видами самостоятельной работы иностранных учащихся являются:

1) самостоятельная работа с иноязычной лексикой по предмету,

2) самостоятельная работа над иноязычным предметным текстом,

3) самостоятельная речевая практика,

4) самостоятельная деятельность по решению речемыслительных задач.

Второе дидактическое условие – это основополагающая роль билингвального педагога. Улучшение качества обучения учащихся является главной задачей образования во все времена, но за «умением учиться всегда скрывается чудо умения преподавателя учить и научить» [3]. Именно поэтому так важна роль педагога при билингвальном обучении, как одного из основополагающих условий его эффективности.

Билингвальный педагог должен обладать широтой диапазона профессиональной деятельности, разнообразием выполняемых функций, их использованием в тех или иных видах деятельности. «Билингвальный педагог – это не формальное совмещение профессий, а новый вид профессиональной деятельности, наполненный новым содержанием и функциями, требующей нового способа ориентации в предметной деятельности» [4].

При билингвальном обучении реализация традиционных функций преподавателя (гностическая, конструктивная, организационная, информативная, контрольно-оценочная) в образовательном процессе должна осуществляться не только на русском языке, но и на иностранном языке.

Билингвальный педагог должен не только иметь высокий профессиональный уровень, но и обладать лингвометодической компетентностью, основанной, в частности, на владении основными положениями методики преподавания русского языка как иностранного. Именно это создает необходимые условия для образовательного взаимодействия, например, для свободного модифицирования русского языка, доступным для иностранных студентов образом, без искажения смысла излагаемого материала, а также для соответствия изложения уровню академического образования. Устное речевое взаимодействие, в процессе которого происходит обмен информацией с последующим подтверждением или опровержением, помогает понять сущность изучаемых явлений, при этом письменные действия включают запись результатов рассмотренных устных утверждений.

Одной из важных функций педагога-билингва является организационная функция, которая связана с его творческими компетенциями, позволяющими организовать собственную деятельность и деятельность учащихся на занятии так, чтобы они были

в состоянии воспринимать, понимать и использовать конкретные определения независимо от используемого языка. Эти навыки стимулируются за счет использования специальных заданий, где студент может узнать определение и установить, в каком именно случае (или для решения какой задачи) потребуется именно это определение (свойство, правило, признак). При этом одной из важных задач является гибкое умение педагога приспособлять внутреннюю организацию учебного материала, заданного программой, к изменяющимся условиям во время занятия, к конкретным особенностям иностранных студентов, связанных с несвободным владением русским языком и обучением в иной для них социальной среде.

Педагог-билингв должен активно расширять поле самостоятельной деятельности иностранных учащихся. Самостоятельная работа, способствующая активизации познавательной деятельности студентов, является одним из слабых мест в практике вузовского образования. Преподаватель в билингвальном процессе обучения организует самостоятельную деятельность студентов: планирует и организует процесс обучения, предоставляет им возможность самостоятельной работы во внеаудиторное время с использованием билингвального учебного пособия. Билингвальный педагог на занятии использует по необходимости два языка и через серию вопросов из пособия стимулирует умственную деятельность учащихся, поощряя ответы, высказывание предположений, обмен мнениями, добываясь, таким образом, постижения знаний студентами. Еще Сократ указывал на важность именно такого общения с учащимися.

Рассмотренные выше дидактические условия билингвального обучения иностранных учащихся легли в основу разработанной дидактической модели билингвального обучения, содержащей:

- целевой компонент – формирование билингвальной предметно-профессиональной компетенции;
- содержательный компонент – интеграция языкового и предметного содержания на двух языках;
- технологический компонент – взаимосвязанная деятельность преподавателя и студентов;
- принципы билингвального обучения предмету: принцип двуязычия, принцип профильной направленности содержания, принцип гибкости, принцип речемыслительной активности, принцип аутентичности.

На основании данной дидактической модели билингвального обучения иностранных студентов был также разработан дидактический алгоритм обучения (на примере реализации предметных дисциплин физики), отражающий ее основные организационно-методические особенности (Рис.2) [2]. Он состоит из четырех этапов: паритетного, дублирующего, аддитивного и вытесняющего.

Последовательность реализации дидактического алгоритма билингвального обучения физике иностранных учащихся такова, что на первом этапе (паритетном) целью которого является выявление уровня знаний по физике и английскому языку, проводится тестирование исходного уровня знаний учащихся по физике на «родном» (английском) языке. Для этого разработаны специальные задания, которые позволяют сделать заключение об уровне развития предметного знания, культуры речи. Паритетный этап снимает важный психологический барьер, связанный со страхом студентов быть непонятыми, позволяет им повысить интерес к дальнейшему учебному процессу. На втором этапе (дублирующем) студентам на каждом занятии в качестве домашнего задания предлагается самостоятельное изучение темы следующего занятия по разработанному англо-русскому билингвальному пособию с использованием запаса знаний, умений и навыков по предмету, полученных ранее при обучении на родном языке. Студенты без затруднений понимают смысл данной темы на «родном» (английском) языке, знакомятся с необходимой физической терминологией, обозначениями, единицами измерения физических величин на русском языке, что значительно облегчает понимание и обсуждение с преподавателем этой темы на русском языке на следующем занятии. Таким образом, значительно расширяется поле самостоятельной работы учащихся, так как они должны самостоятельно составить терминологический словарь, решить предложенные по теме задачи, а также ответить на вопросы в конце изучаемой темы для обсуждения затем на следующем занятии с преподавателем на русском языке.

На третьем этапе (аддитивном) тема, предложенная для самостоятельной работы, обсуждается на занятии на русском языке, причем пояснения могут быть даны на английском языке, т.е. два языка используются согласованно, дополняя друг друга. Вопросы задаются педагогом на русском языке, а ответ может быть получен как на русском, так и на английском языке. Все новые термины специально проговариваются на русском языке несколько раз,

чтобы дать учащимся возможность слышать правильное русское произношение. На термины на русском языке, употребляемые в конкретном контексте, обращается дополнительное внимание студентов.

Это позволяет им систематически соотносить хорошо известные понятия в их взаимосвязи с новыми языковыми «ярлыками» – русской терминологией.

Вопросы, задаваемые преподавателем по изучаемой теме, имеются в конце каждой темы

в билингвальном учебном пособии. В результате аудиторного опроса учащиеся вовлекаются в дискуссию на русском языке, либо в билингвальную дискуссию. Дискуссия обычно заканчивается обобщением результатов и попыткой сделать самостоятельные выводы на русском языке. Таким образом развиваются способности рассуждения на научные темы на русском языке, что

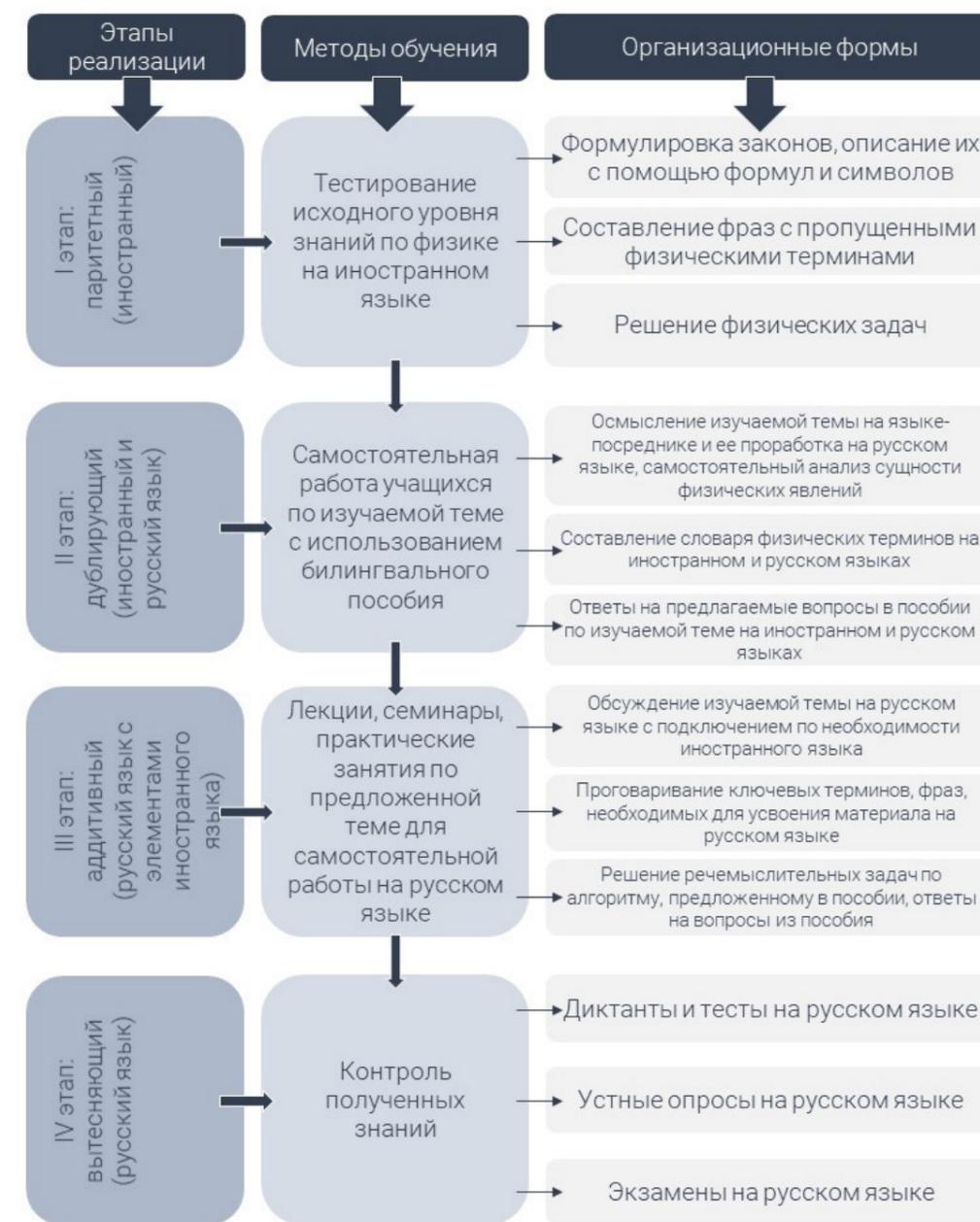


Рис. 2. Структура дидактического алгоритма билингвального обучения иностранных студентов (на примере физики) [2].

формирует у учащихся некоторый академический лингвистический опыт. В результате учащиеся могут разрабатывать графики, диаграммы, схемы, а также составлять описания проделанных лабораторных исследований и научных экспериментов на русском языке, то есть отрабатывать навыки академической грамотности, незаменимые в современном мире. Это повышает самооценку учащихся, убеждает их в том, что они в состоянии развивать свой понятийный аппарат на русском языке, следуя траектории от простого эксперимента к сложной абстрактной задаче.

Затем, после совместного обсуждения новой темы, студентам предлагается решение задач по алгоритму, предложенному в учебном пособии. При этом преподаватель включает в число действий, дополняющих теоретические занятия: составление графиков, связанных с соответствующими научными концепциями, классификацию понятий и слов по категориям, заполнение таблиц, расположение предложений с целью создания связанного текста, а также осуществление записи показаний приборов, обобщение наблюдений, выписку из текстов выводов и утверждений. В результате развивается не только мышление студентов, но и их академический язык. При этом педагог при необходимости поддерживает понятийное оперирование учащихся на английском языке. Уровень развития предметной компетенции иностранных учащихся уже позволяет им излагать содержание предмета на русском языке на данном этапе.

На последнем этапе (вытесняющем) различные контрольные задания по изученному материалу выполняются только на русском языке. Задания включают в себя определения физических законов, диктанты по новым физическим терминам на русском языке и т.д. На экзамене студенты отвечают устно и только на русском языке. Важной чертой предложенного дидактического алгоритма билингвального обучения физике иностранных студентов является гибкость такого обучения, т.е. возможность его адаптации и применения для различных специальностей (математика, химия, биология, информатика и т.п.).

Последним важным дидактическим условием достижения эффективности билингвального обучения иностранных студентов в российских образовательных учреждениях является использование билингвального учебного пособия. Использование билингвальной системы обучения, как на Западе, так и в России, выявило ряд проблем, одной из которых

является отсутствие билингвальных учебных пособий по предметам.

На кафедре физики и математики РНИМУ им. Н.И. Пирогова, разработано англо-русское билингвальное пособие по физике [5]. При разработке данного пособия использованы практически все элементы лингвометодического аппарата [6]. Пособие содержит основные разделы физики, необходимые для изучения курса медицинской и биологической физики в рамках подготовки медицинских и фармацевтических специалистов. В пособии учебный материал выстраивается по единой инвариантной структуре: явление, основные физические понятия и модельные представления, физические величины, описывающие данное явление, связи между ними – законы и закономерности. Контрольные вопросы, а также структура деятельности по решению различного типа задач предлагаются в конце каждой темы. Словарь основных терминов на русском и английском языках составлен для каждой темы. Учебный материал в пособии написан постранично на английском и русском языках по типу двуязычных книг, изданных в России в XVIII-XIX в.в. и написанных на двух языках. Это значительно облегчает для иностранных студентов процесс изучения физики путем одновременного сопоставления русских и английских фраз и позволяет сократить время на поиски терминов в словарях, а также позволяет усваивать определения физических законов и общепринятых обозначений физических величин и единиц их измерения на русском языке. При использовании пособия исключается некорректность перевода физических терминов, а также формируется научный стиль речи по законам русской грамматики. Синхронизация текстов на обоих языках на каждой странице дает учащимся дополнительную возможность их сопоставления и понимания. Образцы речевых действий в типичных коммуникативных ситуациях на примере выводов формул, оформления решения задач также представлены в пособии. Решение таких речемышлительных задач значительно способствует синтезу мышления и речи в процессе билингвального обучения физике на русском языке, так как при этом автоматически реализуется использование речевых физических штампов, введение новой лексики, раскрытие новых понятий и расширение объема знакомых понятий. Таким образом, билингвальное учебное пособие является базовым источником информации в процессе билингвального обучения иностранных учащихся, предоставляющее

возможность изучать, сравнивать, анализировать, сопоставлять одно и то же предметное содержание в различных языковых средах. Пособие позволяет иностранным студентам «приучать умы, как молодые деревца, укрепляться из собственного корня» [7], а также дает возможность успешной интеграции и адаптации к условиям международного образовательного пространства.

Разработанная методика билингвального обучения иностранных студентов позволяет реали-

зовать единство речевой и мыслительной деятельности в полной мере и поэтому приводит к эффективному формированию профессионально-предметной компетенции [2].

В заключение необходимо отметить, что данная методика обучения иностранных студентов может быть использована и для обучения российских студентов на иностранном языке в вузе и школьни-ков в средней школе, учитывая большой контингент детей с постсоветского пространства.

Список литературы

1. Щерба, Л.В. Преподавание иностранных языков в школе / Л. В. Щерба. — М. : Издательство Юрайт, 2024. — 148 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-12526-9.
2. Смирнова, З.М. Дидактические условия эффективности билингвального обучения иностранных студентов в России : специальность 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования» : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Смирнова Зоя Михайловна. — М., 2012. — 186 с.
3. Алиев, Р. Билингвальное образование. Теория и практика / Р. Алиев, Н. Каже. — Рига : «RETORIKA A», 2005. — 384 с.
4. Салехова, Л.Л. Дидактическая модель билингвального обучения математике в высшей педагогической школе : специальность 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования», 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук / Салехова Ляйля Леонардовна. — Казань, 2008. — 44 с. — EDN NJIMBL.
5. Смирнова, З.М. Англо-русское билингвальное пособие по физике: учебное пособие / З.М. Смирнова, Т.В. Мачнева, Л.А. Козырь. — М. : РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2023. — 196 с.
6. Сурыгин, А.И. Педагогическое проектирование системы предвузовской подготовки иностранных студентов / А.И. Сурыгин. — Санкт-Петербург : Златоуст, 2001. — 128 с. — ISBN 5-86547-209-7.
7. Коменский, Я.А. Педагогическое наследие / сост. В.М. Кларин, А.Н. Джуринский / Я.А. Коменский [и др.]. — М.: Педагогика, 1989. — 416 с.

References

1. Shcherba, L.V. Prepodavaniye inostrannykh yazykov v shkole / L. V. Shcherba. — M. : Izdatel'stvo Yurayt, 2024. — 148 s. — (Antologiya mysli). — ISBN 978-5-534-12526-9.
2. Smirnova, Z.M. Didakticheskiye usloviya effektivnosti bilingval'nogo obucheniya inostrannykh studentov v Rossii : spetsial'nost' 13.00.01 "Obshchaya pedagogika, istoriya pedagogiki i obrazovaniya" : dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk / Smirnova Zoya Mikhailovna. — M., 2012. — 186 s.
3. Aliyev, R. Bilingval'noye obrazovaniye. Teoriya i praktika / R. Aliyev, N. Kazhe. — Riga : «RETORIKA A», 2005. — 384 s.
4. Salekhova, L.L. Didakticheskaya model' bilingval'nogo obucheniya matematike v vysshey pedagogicheskoy shkole : spetsial'nost' 13.00.01 "Obshchaya pedagogika, istoriya pedagogiki i obrazovaniya", 13.00.02 "Teoriya i metodika obucheniya i vospitaniya (po oblastyam i urovnyam obrazovaniya)" : avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni doktora pedagogicheskikh nauk / Salekhova Lyaylya Leonardovna. — Kazan', 2008. — 44 s. — EDN NJIMBL.
5. Smirnova, Z.M. Anglo-russkoye bilingval'noye posobiye po fizike: uchebnoye posobiye / Z.M. Smirnova, T.V. Machneva, L.A. Kozyr'. — M. : RNIMU im. N.I.Pirogova, 2023. — 196 s.
6. Surygin, A.I. Pedagogicheskoye proyektirovaniye sistemy predvuzovskoy podgotovki inostrannykh studentov / A.I. Surygin. — Sankt-Peterburg : Zlatoust, 2001. — 128 s. — ISBN 5-86547-209-7.
7. Komenskiy, Ya.A. Pedagogicheskoye naslediyе / sost. V.M. Klarin, A.N. Dzhurinskiy / YA.A. Komenskiy [i dr.]. — M.: Pedagogika, 1989. — 416 s.

BILINGUAL TRAINING FOR FOREIGN STUDENTS. TEACHING PHYSICS AND MATHEMATICS AT MEDICAL UNIVERSITIES

Smirnova Z.M.¹

Abstract

The article explores the origins and legitimacy of using bilingualism in education. It discusses the main aspects of bilingual education for foreign students, the didactic conditions necessary for effective bilingual education, and presents a didactic model and algorithm for teaching foreign students.

Keywords

bilingual education, bilingual professional-subject competence, motivation of foreign students, bilingual textbook, bilingual teacher, didactic conditions, didactic algorithm.

¹ Federal State Autonomous Institution of Higher Education "Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

For correspondence: Smirnova Zoya Mikhailovna, zm.smirnova@mail.ru