

УДК 378.14:372.853
DOI 10.17513/snt.40455

МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

^{1,2}Чеусова Л.А.

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»,
Волгоград, e-mail: cheusoval@yandex.ru

Цель исследования состоит в разработке и обосновании модели обучения физике бакалавров направления «Биотехнические системы и технологии», позволяющей формировать метапредметное инженерное мышление в ходе изучения физики в вузе. Автором отстаивается точка зрения о необходимости и целесообразности интеграции биотехнической, медико-биологической и физико-математической областей знания как фундаментального и прикладного содержания физики, изучаемой будущими биомедицинскими инженерами в вузе. На основе анализа современных тенденций, наметившихся в инженерной подготовке по физике в вузах России, автором предпринята попытка разработать модель обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», которая включает три основные составляющие: физико-математическая, биотехническая, медико-биологическая. Первая составляющая предполагает формирование основы фундаментальных знаний о физических законах и методах математического моделирования, обеспечивая возможность анализа биосистем и биообъектов. Вторая составляющая ориентирует на применение знаний для разработки и анализа технических устройств, используемых в области ремонта и эксплуатации медицинской аппаратуры, а также на формирование практических навыков, необходимых для работы с техническими устройствами. Третья составляющая нацелена на изучение влияния физических факторов на живые организмы и принципы работы медицинского оборудования, замыкая цикл от теории к практическому применению. В статье приведены примеры физических задач, способствующих развитию метапредметного инженерного мышления у студентов, изучающих физику в контексте будущей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: физика в вузе, подготовка биомедицинских инженеров, модель обучения

MODEL OF TEACHING BACHELORS OF "BIOTECHNICAL SYSTEMS AND TECHNOLOGIES" DIRECTION TO PHYSICS

^{1,2}Cheusova L.A.

¹Volgograd State Social and Pedagogical University;

²Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: cheusoval@yandex.ru

The aim of the research is to create and give theoretical and applied substantiation to the model of teaching bachelors of the direction "Biotechnical systems and technologies" to physics, which allows to form meta-engineering thinking during the study of physics in higher education. The author defends the point of view on the necessity and expediency of integration of biotechnical, medical-biological and physical-mathematical fields of knowledge as fundamental and applied content of physics studied by future biomedical engineers in higher education institution. Based on the analysis of modern trends in engineering training in physics at Russian universities, the author has made an attempt to develop a model of physics education for Bachelors of Biotechnical Systems and Technologies direction, which includes three main components: physical and mathematical, biotechnical, medical and biological. The first component involves the formation of the basis of fundamental knowledge of physical laws and methods of mathematical modeling, providing the ability to analyze bio-systems and bio-objects. The second component focuses on the application of knowledge for the development and analysis of technical devices used in the repair and operation of medical equipment, as well as on the formation of practical skills necessary for working with technical devices. The third component aims to study the effects of physical factors on living organisms and the principles of operation of medical equipment, closing the cycle from theory to practical application. The article presents examples of physical tasks that contribute to the development of meta-engineering thinking in students studying physics in the context of future professional activity.

Keywords: physics at university, training of biomedical engineers, teaching model

Введение

В современном мире медицинские технологии стремительно развиваются, требуя от специалистов не только глубоких знаний в области медицины, но и понимания инженерных принципов, лежащих в основе работы сложного диагностического и лечебного оборудования. По программе бакалавриата направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» в вузах готовят спе-

циалистов, способных разрабатывать, внедрять и обслуживать медицинскую технику, а также применять ее для решения клинических задач. Одной из фундаментальных дисциплин в инженерной подготовке медико-биологического профиля является физика, играющая ключевую роль в формировании метапредметного инженерного мышления и понимания принципов функционирования биомедицинских и биотехнических систем.

Профессия инженера любого направления подготовки традиционно привлекала внимание научного и культурного сообщества. Исследования О.В. Топорковой свидетельствуют о том, что в прошлом российская система высшего технического образования была одной из лучших в мире. Однако в последние годы наблюдается отставание страны в технологической сфере, что, в свою очередь, требует усиления внимания к вопросам подготовки инженерных кадров, сочетающих профессиональную компетентность с гуманистическими ценностями и гражданским самосознанием [1]. Долгое время в высших технических учебных заведениях преобладала узкая специализация, что затрудняло изучение новых дисциплин и ограничивало кругозор будущих инженеров. В условиях современного экономического и промышленного развития, а также активного внедрения компьютерных технологий и информационных систем во все аспекты жизни инженерное образование требует радикальных преобразований.

Цель исследования состоит в обосновании и разработке модели обучения физике бакалавров направления «Биотехнические системы и технологии», учитывающей специфику медико-биологического профиля.

Материал и методы исследования

Материал и методы исследования: анализ научно-исследовательской литературы по проблеме исследования, работа с понятийным аппаратом исследования, обобщение проблем подготовки по физике будущих инженеров в вузе.

Результаты исследования и их обсуждение

Проблемам подготовки будущих инженерных кадров в вузах России посвящено большое количество исследований. Например, в работах известных ученых-методистов В.С. Шарощенко, И.В. Разумовской и Н.В. Шароновой описаны теоретико-методологические основы подготовки инженерных кадров в России, и в качестве основной составляющей подготовки инженера любого профиля на различных этапах его становления, по их мнению, является физическая [2]. В современных исследованиях, посвященных ключевым проблемам обучения будущих инженеров, научное сообщество выделяет проблему подготовки инженеров в вузах России в соответствии с требованиями, предъявляемыми к специалистам инженерного профиля со стороны высокотехнологичного бизнеса и промышленности, а также проблему формирования цифровых компе-

тенций как базовых во всех сферах профессиональной деятельности инженера [3].

Исследователь Т.И. Шишелова акцентирует внимание на необходимости практического применения моделирования в обучении физике будущих инженеров, идея которого состоит в разработке методического аппарата для активного использования моделей как инструмента познания будущих инженеров. В ее исследовании, посвященном поиску путей повышения качества инженерного образования, продемонстрирована значимость интеграции моделирования в практические занятия и лабораторные работы, как ключевого элемента современной методики преподавания физики для обучающихся технических специальностей, в том числе возможность применения различных видов моделирования с целью развития исследовательских навыков, формирования системного мышления и углубленного усвоения физики специалистами инженерного профиля [4].

Анализ проведенных исследований по проблемам инженерного образования в России показал, что для успешного развития личности студентов в области инженерного образования необходим целостный подход, включающий: интеграцию гуманитарных и естественно-научных знаний, активное использование междисциплинарности, внедрение практико-ориентированных методов обучения, развитие критического и творческого мышления, формирование коммуникативных и командных навыков работы, а также создание образовательной среды, стимулирующей саморазвитие и самореализацию будущих инженеров. Важной составляющей подготовки инженера является интеграция профильного специализированного и фундаментального физического аспекта в процесс изучения физики, т.к. это делает обучение не только актуальным для будущего специалиста, но и более инновационным и современным [5; 6].

В работе Э.Д. Алисултанова, Р.В. Юсупова акцентируется внимание на значимости индивидуализации инженерно-технического образования как основы развития личностно ориентированного подхода к обучению студентов инженерно-технических вузов [7].

Наряду с инвариантной естественно-научной подготовкой в вузе будущих инженеров, заключающейся в освоении дисциплин физико-математического блока, существует вариативная часть области знаний, применительно к профилю (или направлению) инженерной подготовки. В частности, инженерная компетентность в области медицины предполагает:

- стратегическую интеграцию: инженерные решения в медицине;
- междисциплинарную подготовку: интеграцию технических, биологических, медицинских, этических и социальных знаний;
- инновационное совершенствование: развитие технологий и внедрение инноваций;
- комплекс компетенций: интеграцию знаний, умений, навыков и способностей, включая аналитические, управленческие и этические аспекты;
- этическую ответственность: соблюдение этических норм и социальную ответственность.

Формирование инженерной компетентности направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» требует включения в содержание физики прикладного медицинского аспекта, изучения устройства и принципа действия медицинской техники на организм человека, в том числе и основ биомедицинской инженерии, а также решения задач и выполнения заданий по физике для приобретения навыков работы с медицинской техникой.

В качестве примера можно привести следующие задачи по физике для формирования профессиональных компетенций будущего инженера по ремонту и эксплуатации медицинской техники.

Задача 1. Предложите техническое решение для охлаждения установки мощностью 10 кВт, в которой используется проточная вода в трубке диаметром 15 мм. Известно, что проточная вода нагревается на 15°C. Определите, с какой скоростью движется вода по трубке? Считать, что вся мощность установки идет на нагрев воды.

Для решения данной задачи студенты, анализируя требования, проектируют систему, рассчитывают тепловую нагрузку, проводят экономический анализ и предлагают рекомендации по оптимизации. Задача нацелена на создание эффективной и экономичной системы охлаждения, обеспечивающей оптимальные условия для работы с биоматериалами, а также на развитие практических инженерных навыков.

Другим примером типовой физической задачи для будущих инженеров биотехнического профиля может стать преобразованная задача за счет введения в ее условие дополнительной учебной медико-биологической информации с акцентом на инженерно-технический аспект.

Задача 2. Для ультразвука частотой 800 кГц коэффициент поглощения мышечной ткани равен 0,19 см⁻¹. Определить толщину биоткани, соответствующую уменьшению интенсивности ультразвука вдвое.

Цель состоит в определении оптимальных параметров датчика, таких как частота излучения и глубина проникновения, для получения наиболее четких изображений внутренних органов. Для достижения этой цели студенты применяют методы моделирования, экспериментальных исследований на образцах тканей и анализа полученных данных, что позволяет им выбрать лучший тип датчика для различных медицинских обследований.

В настоящее время при подготовке инженерных кадров наблюдается разноплановость подходов. Одни исследователи придерживаются мнения о необходимости сбалансированного сочетания фундаментальных знаний и профессиональной специализации, рассматривая их как взаимосоиливающие элементы, другие – перспективной стратегии подготовки специалистов широкого профиля, обладающих междисциплинарной эрудицией, способных к адаптивному применению современных технических средств и владеющих навыками предвидения и предотвращения форс-мажорных обстоятельств [8; 9].

Решение организационно-методических проблем преподавания физики в вузе, в том числе будущим инженерам направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», сводится к практической ориентации профессии инженера, зачастую приближенной к реальной производственной среде. К выпускникам инженерного направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» предъявляются особые требования. Они должны знать теорию и практику эксплуатации медицинской техники, уметь работать с технической документацией, осуществлять ремонт различных аппаратов, инструктировать медицинских работников о правилах и технике безопасности эксплуатации приборов и иметь конкурентоспособные навыки разработки новых приборов и конструкций медицинского назначения.

Курс физики в инженерном образовании ориентирован на интеграцию фундаментальных знаний с профессиональной направленностью, применение практико-ориентированного подхода и адаптацию под конкретную специальность будущего инженера [10; 11]. Предназначенный для бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», курс физики в вузе отличается ярко выраженной биомедицинской ориентацией и практической направленностью на медицинскую технику и ее применение к живому организму человека.

**Модель обучения физике бакалавров направления подготовки
«Биотехнические системы и технологии»**

СОСТАВЛЯЮЩИЕ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ	Физико-математическая	способствует формированию знаний физических законов и закономерностей и развитию умений описывать математическим «языком» физико-технические процессы в биосистемах и биообъектах, а также осуществлять аналитические выводы систем уравнений, объясняющих физические явления и процессы в органах и биотканях человека
	Биотехническая	направлена на формирование знаний биотехнических механизмов и устройств и навыков работы с медицинской электронной аппаратурой и оценки принципов ее действия на биосистемы и биообъекты, а также готовности к проектированию биотехнических моделей (конструкций и т.п.)
	Медико-биологическая	подразумевает освоение учебного материала по физике медико-биологического содержания о влиянии физических факторов на биоткани и живой организм в целом и о применении медицинской физиотерапевтической аппаратуры и других технических устройств, используемых в медицинской практике

Примечание: составлено автором.

Основной целью освоения физики медико-биологического содержания является формирование у будущих инженеров компетенций, позволяющих эффективно работать с медицинской аппаратурой и понимать биофизические аспекты ее функционирования. Содержание физики для инженера медико-биологического профиля охватывает изучение принципов работы электронной и физиотерапевтической медицинской техники, физических основ воздействия высокочастотных токов и полей, устройства и принципов действия аппаратов диатермии, дарсонвализации и микроволновой терапии, а также физических процессов, происходящих в биосистемах, и основ электробезопасности при использовании и ремонте медицинской техники.

По этой причине целесообразно внедрять новую модель обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии», основная идея которой состоит в интеграции фундаментальной и прикладной области знаний для биомедицинского инженера через введение трех основных составляющих в содержание курса физики и процесс его освоения в вузе (таблица).

Такая модель обучения физике позволяет развивать «метапредметное инженерное мышление», под которым понимается процесс усвоения и логики использования совокупности физико-математических, биотехнических и медико-биологических знаний. При наличии метапредметного инженерного мышления с профильной ориентацией будущему инженеру направления подготовки

«Биотехнические системы и технологии» легче решать задачи, требующие понимания как технических характеристик медицинского оборудования (например, физиотерапевтических аппаратов УВЧ- и СВЧ-диапазонов), так и физических процессов, происходящих в живых системах (например, рост температуры растворов электролита и диэлектрика при их внесении в переменное электрическое поле ультравысокой частоты).

Выводы

1. Для соответствия требованиям подготовки инженерных кадров в вузах России и общественному запросу на высококвалифицированные инженерные кадры по ремонту и эксплуатации медицинского оборудования необходимо выстраивать обучение физике в вузе на основе предложенной модели через интеграцию медико-биологической, биотехнической и физико-математической составляющих обучения физике будущего биомедицинского инженера, что способствует развитию его метапредметного инженерного мышления.

2. Обоснована модель обучения физике бакалавров «Биотехнические системы и технологии», учитывающая профиль инженерной деятельности и интегрирующая фундаментальные и прикладные аспекты содержания физики, изучаемой в контексте будущей профессиональной деятельности инженеров.

3. Разработана и внедрена в образовательный процесс ВолгГМУ модель обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии».

4. Дополнено научное знание теоретико-практическим обоснованием новой модели обучения физике бакалавров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» и доказана необходимость и целесообразность интеграции физико-математической, биотехнической, медико-биологической составляющих при обучении физике будущих инженеров медико-биологического профиля в вузе с целью формирования у них «метапредметного инженерного мышления» как основы совокупности профессиональных компетенций.

Заключение

Обучение физике будущих инженеров направления подготовки «Биотехнические системы и технологии» должно учитывать медико-биологическую специфику будущей профессии данного профиля и включать в себя не только изучение общих разделов физики, но и применение знаний по физике из них к области медицины. Это, с одной стороны, требует интеграции физики с профильными областями знаний и клиническими дисциплинами, которые студенты изучают на старших курсах в вузе, с другой – ориентации на формирование практических навыков работы у будущих специалистов с медицинской аппаратурой. Следовательно, если подготовка по физике будущих инженеров медико-биологического профиля будет выстраиваться на основе предложенной модели, позволяющей учитывать специфику профессиональной деятельности будущего инженера по ремонту и эксплуатации медицинской аппаратуры, то формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО для бакалавриата по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» будет осуществляться комплексно, способствуя развитию метапредметного инженерного мышления у биомедицинских инженеров.

Список литературы

1. Топоркова О.В. Принципы адаптации информационного зарубежного опыта подготовки инженеров в Российской системе высшего технического образования // PRIMO ASPECTU. ВолгГТУ. 2022. № 4. С. 46-51. DOI: 10.35211/2500-2635-2022-4-52-46-51.
2. Шарощенко С., Разумовская И.В., Шаронова Н.В. Физическая составляющая подготовки инженера на различных этапах его становления // Физика в системе современного образования (ФССО-2023): Материалы XVII Международной конференции (г. Санкт-Петербург, 27–30 июня 2023 г.). Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2023. С. 475-481.
3. Галиханов М.Ф., Кондратьев В.В., Ахметов И.Г., Ганиева Г.Р. Инженерное образование в условиях цифровизации и перехода к зелёной экономике – СИНЕРГИЯ-2022 (обзор конференции) // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 12. С. 130–149. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-12-130-149.
4. Шишелова Т.И., Храмовских М.А. Роль физики в повышении качества инженерного образования студентов направления «строительство» ИРНИТУ // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32673> (дата обращения: 10.06.2025). DOI: 10.17513/spno.32673.
5. Похолков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. 2021. № 30. С. 96-107. DOI: 10.54835/18102883_2021_30_9.
6. Борецкий Д.С. Проблемы инженерного образования в России // Фундаментальные основы механики. 2023. № 11. С. 93-95. DOI: 10.26160/2542-0127-2023-11-93-95.
7. Алисултанова Э.Д., Юсупова Р.В., Исаева М.З. Технологии индивидуализации обучения в инженерном образовании // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. Т. 9. № 6. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/09PDMN621.pdf> (дата обращения: 03.06.2025).
8. Чеусова Л.А. Инженерно-технический аспект подготовки по физике обучающихся медицинского вуза по направлению «Биотехнические системы и технологии» // Инженерное образование в условиях цифровизации общества и экономики: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Волгоград, 16 октября 2023 г.). Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2023. С. 72-75.
9. Лидер А.М., Слесаренко И.В., Соловьев М.А. Современный опыт инженерно-технической подготовки в ведущих зарубежных университетах // Университетское управление: практика и анализ. 2021. № 25 (1). С. 18-34. DOI: 10.15826/umpra.2021.01.002.
10. Каминский А.В. Практико-ориентированный подход к подготовке обучающихся по инженерным специальностям // Современное педагогическое образование. 2024. № 1. С. 111-115.
11. Горшкова О.О. Подготовка выпускника инженерного вуза в практико-ориентированный формате при взаимодействии с предприятиями реального сектора экономики // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33928> (дата обращения: 10.06.2025). DOI: 10.17513/spno.33928.