

СТАТЬЯ

УДК 577:378.147.88

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**¹Стефанова Г.П., ¹Касимова С.К., ²Кондратенко Е.И.**¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева»,
Астрахань, e-mail: saule_kasimova@mail.ru;²ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук»,
Сочи, e-mail: condr70@mail.ru

В курсе физики высшей школы определены основные направления, по которым осуществляется подготовка студентов медицинских и биологических специальностей. На основе этого авторами были представлены эволюция применения физических знаний в медико-биологической практике, содержание и структура курса медицинской и биологической физики в университетах, сложившиеся направления подготовки изучения курса физики студентами медико-биологических направлений подготовки. Выделены профессиональные задачи биологов и врачей, решаемые на основе физических и химических знаний, разработаны методы их решения. В статье приводятся результаты анкетирования будущих медиков и биологов: умеют ли они использовать физические знания в предложенных ситуациях, и, соответственно, умеют ли они планировать свои действия. Анализ результатов свидетельствует о том, что приобретенные студентами физические знания зачастую не применяются ими при анализе конкретных ситуаций. Студенты не понимают значение изучения курса физики для своей будущей профессиональной деятельности. Основываясь на представлении о том, что при подготовке специалиста любого профиля необходимо включать типовые профессиональные задачи, авторы разработали задачи данного типа, а также предложили алгоритм метода их решения.

Ключевые слова: профессиональная задача, общепрофессиональная компетенция, обобщенный метод решения, физика, биофизика

FORMATION OF METHODS FOR SOLVING PROFESSIONAL PROBLEMS FOR STUDENTS OF MEDICAL AND BIOLOGICAL TRAINING BASED ON THE INTEGRATION OF NATURAL SCIENTIFIC DISCIPLINES**¹Stefanova G.P., ¹Kasimova S.K., ²Kondratenko E.I.***Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan,*
*e-mail: saule_kasimova@mail.ru;**Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the RAS,*
Sochi, e-mail: condr70@mail.ru

The higher school physics course defines the main directions in which students of medical and biological specialties are trained. Based on this, the authors presented the evolution of the application of physical knowledge in medical and biological practice, the content and structure of the course of medical and biological physics at universities, the established areas of preparation for studying a physics course by students of medical and biological areas of training. The professional tasks of biologists and doctors, solved on the basis of physical and chemical knowledge, are highlighted, and methods for solving them are developed. The article presents the results of a survey of future doctors and biologists regarding their ability to use physical knowledge in the proposed situations and, accordingly, whether they can plan their actions. Analysis of the results indicates that the physical knowledge acquired by students is often not applied by them when analyzing specific situations. Students do not understand the importance of studying a physics course for their future professional activities. Based on the idea that when training a specialist of any profile it is necessary to include standard professional tasks, the authors developed tasks of this type, and also proposed an algorithm for solving them.

Keywords: professional task, general professional competence, generalized solution method, physics, biophysics

Национальный проект «Образование» ставит своей целью обеспечение глобальной конкурентоспособности выпускников российских вузов. Это означает, что студенты университетов не должны специализироваться на каком-то одном направлении деятельности, а должны проходить многоуровневую подготовку на основе интеграции междисциплинарных знаний. Для этого предусмотрена модернизация професси-

онального высшего образования посредством внедрения гибких практико-ориентированных образовательных программ, освоение которых позволит выпускникам самостоятельно разрабатывать методы решения различных прикладных задач на основе приобретенных знаний для решения региональных проблем.

Стратегия развития современных университетов ориентирована на изменение струк-

туры и содержания процесса обучения, целью которого становится овладение студентами навыками исследовательской, проектной и предпринимательской деятельности. Физика является обязательной дисциплиной в системе подготовки различных специалистов: врачей, биологов, программистов и инженеров различных профилей [1, с. 20], так как обладает огромным потенциалом для формирования у выпускников актуальных компетенций для современной экономики [2, с. 42]. В данном исследовании показана роль физических знаний для подготовки врачей и биологов.

В государственных классических и медицинских университетах ведется подготовка биологов, биотехнологов, биоинженеров, врачей, врачей ветеринарной службы и др. В практической послевузовской деятельности перед ними возникают проблемы, многие из которых решаются в том числе с применением физических знаний. Рассмотрим эволюцию применения физических знаний в лечебной практике человека и животных.

В эпоху первобытной медицины, когда представления людей о происхождении болезней и методов лечения были очень примитивны, уже был внесен вклад в создание физических методов терапии, которые используются до настоящего времени. Именно тогда был изобретен первый вариант суховоздушных банок, основанных на использовании силы атмосферного давления. Появились зачатки современной хирургии вследствие наблюдения людей, работающих с домашними животными.

С момента утверждения эмпирических методов естествознания начались исследования строения органов человека и животных на основе анатомического вскрытия. Возникли некоторые хирургические приемы, вошедшие в медицину всех последующих времен (например, кесарево сечение). Следующим этапом в применении физических знаний для решения медицинских задач явилось появление знаний о воздействии природных факторов для выявления причин заболевания и их лечения. Так появились первые физические модели биологических систем. Уже в XI в. в Египте были изготовлены модели хрусталика глаза из стекла и выдвинута идея коррекции зрения при помощи двояковыпуклых линз. В XVI в. во Франции были разработаны модели искусственных конечностей и суставов. Далее начали создаваться различные физические приборы для исследования физиологического состояния организма. Первым из таких приборов явился термометр Галилео Галилея. В начале XVII в. в Европе было изобретено множество оригинальных термометров.

В настоящее время роль физических знаний в решении медицинских задач приобрела особую актуальность. В основе диагностики любого заболевания лежат физические модели, описывающие происходящие процессы в биологических системах от субмолекулярного уровня до системы органов и целого организма.

Развитие физики отразилось на способах исследования состояния организма, появилась возможность измерения физических величин с помощью различных физических методов и приборов. Например, нахождение значений концентраций различных микроэлементов и веществ в жидких средах организма, запись биопотенциалов, прослушивание звуков от внутренних органов. Физические методы диагностики и лечения широко используются в физиотерапии – диатермия, индуктотермия, УВЧ-терапия, рентгеновское, ультрафиолетовое, инфракрасное, гамма-излучение и др. В современной хирургии широко используется лазерное излучение.

Курс физики изучается студентами рассматриваемых направлений подготовки на первом курсе в течение двух семестров. В медицинских вузах курс биологической физики изучается студентами первого курса в течение двух семестров. Курс биофизики студентам направления «Биология» преподается в течение одного семестра [3, с. 87]. При изучении этих курсов во все разделы включены знания физики, позволяющие понимать проявление различных физических закономерностей в живых системах. В разделе «Механика» рассматриваются вопросы биомеханики: колебательные и автоколебательные процессы в биологических системах; механические свойства биологических тканей, биомеханика кровообращения. Эти знания необходимы для успешного изучения таких дисциплин, как анатомия человека, нормальная физиология, цитология. В разделе «Акустика» рассматривается физика слуха, связи между характеристиками слухового ощущения и физическими характеристиками, изучаются физические основы звуковых методов исследования. В данном курсе особое внимание уделяется изучению физических процессов на клеточном уровне. Физический аспект рассмотрения структуры и моделей биологических мембран, современных методов их исследования, механизма обменных процессов на уровне клетки, образования биопотенциалов позволяет в дальнейшем применять студентам эти знания при усвоении курсов физиологии и гистологии [4–6].

При изучении электродинамики, наряду с чисто физическими вопросами, рассма-

триваются физические основы электрокардиографии, реографии, воздействия токов и электромагнитных полей на ткани организма, собственные электромагнитные поля человека. В разделе «Оптика» изучается физика зрения, физические основы микроскопии и ее специальные приемы, волоконная оптика и ее широкое применение в диагностике, физические основы термографии. При изучении элементов квантовой биофизики студенты знакомятся с новейшими методами лазерной терапии, радиоспектроскопии [7, с. 46]. Находят отражение и такие актуальные проблемы, как воздействие ионизирующего излучения на человека, использование радионуклидов и нейтронов в медицине, применение ускорителей заряженных частиц в терапии, дозиметрии.

Таким образом, цель дисциплины «Физика» заключается в формировании у студентов системных знаний о физических свойствах и процессах и умений применять физический подход к решению медицинских и биологических проблем. При реализации учебной дисциплины «Физика» в образовательном процессе направлений биологической, медицинской, ветеринарной специальностей должны решаться следующие задачи: 1) освоение общих физических закономерностей, которые лежат в основе физиологических процессов, протекающих в организме человека, животных и других биологических объектов; 2) выделение характеристик физических факторов и механизм их действия на живые организмы; 3) формирование у студентов умения обрабатывать информацию, получаемую с помощью медицинских приборов, и устанавливать изменения физических свойств исследуемых объектов в определенном состоянии [8, 9]. Решение вышеназванных задач позволяет сформировать у студентов следующие знания, умения и навыки:

– знать: основные законы физики, физические явления и закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме человека; физические аспекты протекания физиологических процессов на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях; физические основы функционирования медицинских приборов;

– уметь: применять физические понятия и закономерности для объяснения медико-биологических процессов в организме человека; пользоваться регистрирующими приборами; проводить измерение физических и биофизических параметров;

– владеть: производить расчеты и представлять результаты исследований в графической и табличной формах; элементарными физическими методами получения

и анализа медицинских данных при решении стандартных профессиональных задач.

Рассмотрим сложившиеся направления изучения курса физики студентами медико-биологических направлений подготовки. Следует отметить, что большинство исследователей и преподавателей подчеркивают необходимость качественного физического образования студентов всех направлений подготовки, так как любой выпускник-биолог, врач [10, с. 87] или ветеринар должен уметь работать как с моделями своего профессионального мира, так и с реальными биологическими объектами [11, с. 46].

Основное направление подготовки по физике рассматриваемых специалистов состоит в интеграции физических, биологических и медицинских знаний через изучение специальных учебных дисциплин, таких как «Биофизика» для биологов и будущих ветеринаров, «Медицинская и биологическая физика, медицинская аппаратура» для основных медицинских направлений подготовки в медицинских вузах.

Другое направление связано с включением в курс физики дополнительных профессиональных тем и вопросов. Например, в разделе «Динамика» изучаются такие вопросы: масса тела человека; распределение массы между звеньями тела человека; роль силы трения при ходьбе, в работе суставов, в различных видах спорта. При изучении раздела «Молекулярная физика» рассматриваются такие дополнительные вопросы, как диффузия при дыхании; процессы в легких; влияние влажности на человека; водяной пар при наркозе; давление крови; систолическое и диастолическое давление крови и др. [12, с. 570].

Материалы и методы исследования

Насколько эффективны результаты этих направлений работы в практике преподавания естественнонаучных дисциплин? При проведении констатирующего этапа было проведено анкетирование студентов – будущих биологов и врачей, которые ранее изучили курс физики. Им было предложено два задания: в первом требовалось установить физические явления, процессы, воздействия в конкретных ситуациях; во втором – предложены проблемы, возникающие в профессиональной деятельности биологов, врачей, ветеринаров. Авторов интересовало, используют ли студенты физические знания в предложенных ситуациях и умеют ли они планировать свои действия. Это потребовало разработать задания, которые испытуемым необходимо было выполнить в конкретных ситуациях, имеющих медико-биологическую направ-

ленность. И.А. Крутовой, Н.В. Жуковой [13, с. 7] описаны педагогические требования к разработке заданий на распознавание и воспроизведение конкретных практически значимых ситуаций, требующих применения физических знаний. Приведем пример содержания анкеты, включающей два задания, разработанных в соответствии с данными требованиями:

Задание 1. В перечисленных ситуациях укажите физические знания, которыми можно объяснить изменения состояния биологического объекта:

1. В бальнеологической практике для улучшения обменных процессов применяют грязевые аппликации.

2. В туристической группе при подъеме на высоту 3500 м у некоторых туристов наблюдаются головокружение и тахикардия.

3. При быстром подъеме с большой глубины аквалангист может погибнуть.

4. При резком спуске с высокой горы у лыжника «закладывает» уши.

5. При разгерметизации салона самолета у пассажиров развивается баротравматический отит.

6. У пациента с онкологическим заболеванием в головном мозге под воздействием аппарата «кибернож» изменяются размеры опухоли вплоть до полного исчезновения.

7. У пассажира, имеющего кардиостимулятор, при прохождении через электромагнитную рамку в аэропорту может нарушиться сердечный ритм.

8. Летом в жарком климате наблюдается «цветение» воды в искусственных водоемах и каналах.

Задание 2. Укажите последовательность ваших действий в следующих ситуациях и обоснуйте их:

1. Выбран участок земли под строительство детского сада. Необходимо убедиться, что земля не содержит химических загрязнений. Составьте технологическую карту очистки почвы выбранного участка земли.

2. В ботаническую лабораторию поступил образец части дерева из зеленого фонда города. Проведите биологическую экспертизу состояния данного образца.

3. При микроскопировании культуры обнаружены различные виды патогенных бактерий. Разработайте эффективный метод стерилизации культур для уничтожения патогенов.

4. Эффективность проведения биотехнологических исследований культивирования стволовых клеток зависит от питательной среды. Предложите состав раствора питательной среды для данного исследования.

5. Допустимость использования воды из водоема определяется суммарным ПДК.

Предложите способ проведения анализа образца воды на установление ПДК.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования, представленные на рис. 1, наглядно демонстрируют, что преобладающая часть респондентов не смогла справиться с заданием первого типа.



Рис. 1. Результаты I этапа констатирующего эксперимента, %

Результаты выполнения задания 2 показывают, что студенты не умеют планировать действия при решении профессиональных практических задач (рис. 2). Проведенный констатирующий эксперимент показал, что приобретенные студентами физические знания не применяются ими при анализе конкретных ситуаций. Студенты не понимают значение изучения курса физики для своей будущей профессиональной деятельности.



Рис. 2. Результаты II этапа констатирующего эксперимента, %

Возникает вопрос, каким образом приобретаемые студентами физические знания и знания естественнонаучных дисциплин сделать основой для формирования профессиональных компетенций выпускников – будущих биологов, врачей, ветеринаров.

Н.Ф. Талызиной установлено, что в цели подготовки специалиста любого профиля должны включаться его типовые профессиональные задачи и обобщенные методы их решения [14, с. 144]. С опорой на эту идею были выделены виды профессиональной деятельности будущего биолога и врача. Для этого был осуществлен опрос большого числа специалистов-биологов, медицинских работников, которые занимаются различными биологическими объектами как в естественных, так и экспериментальных условиях. В результате был получен довольно большой перечень таких видов деятельности, например: 1) выявить и классифицировать физические и химические явления и процессы, протекающие в биологическом объекте; 2) моделирование явлений и процессов, протекающих в биологических объектах под воздействием внешних факторов; 3) осуществление физических, химических и других воздействий на биологические объекты; 4) приведение в нормативное состояние свойств биологических объектов; 5) выполнение расчетов физических и химических параметров состояния биологических объектов, изменяющихся в результате определенных воздействий; 6) математическое моделирование биологических процессов; 7) выбор базовых физических и химических законов для объяснения свойств биологических объектов, полученных в результате определенных воздействий; 8) статистическая обработка полученных результатов; 9) систематизация биологических объектов; 10) применение современного оборудования для экспериментальных исследований свойств биологических объектов; 11) хранение и обработка информации о свойствах биологических объектов и процессов, протекающих в них; 12) мониторинг, охрана и восстановление биологических ресурсов; 13) создание прототипов биологических и медицинских объектов с заданными свойствами и многие другие [15, с. 34].

Анализ выявленных видов деятельности и обобщение их по конечному продукту позволил свести их к задачам четырех типов:

1. Создание прототипов биологических и медицинских объектов с заданными свойствами.

2. Нахождение или оценка значений физических, химических и биологических величин, описывающих свойства биологического объекта в определенном состоянии.

3. Устранение отклонений от нормы значений параметров состояния биологического объекта.

4. Эксплуатация современного медицинского и биологического оборудования.

Для формирования выделенных видов деятельности у будущего бакалавра-биолога необходимо дополнить их методами выполнения. Г.П. Стефановой разработан «механизм» выделения обобщенных методов решения типовых задач специалистов [16, с. 56].

Наиболее значимой для данных специалистов является «Устранение отклонений от нормы значений параметров состояния биологического объекта». Метод решения этой задачи представляет последовательность восьми действий, направленных на практическую реализацию условий, устраняющих явление-причину [17, с. 51]. Конкретизируем данный метод для решения конкретной задачи.

Задача. На юге России летом на осетровых фермах при повышении температуры окружающей среды вода нагревается до +32°C, в результате чего осетры прекращают питаться и могут погибнуть. Предложите способ, как обеспечить нормальные условия жизнедеятельности поголовья осетровых.

1. Биологическим объектом является поголовье осетровых, которые должны существовать в условиях соответствующих нормативным.

2. Нормативные параметры состояния воды для содержания осетровых: температура воды – +23°C, концентрация кислорода в воде – 8–10 мг/л, концентрация азота в воде – до 2 мг/л, постоянная аэрация воды.

3. Параметры состояния воды, отличающиеся от нормативных: температура – +32°C, концентрация кислорода в воде – 14 мг/л, концентрация азота в воде – до 2,9 мг/л.

4. Причины данных отклонений следующие: температура воздуха летом на юге России достигает днем +40°C, ночью – +28°C; снижение концентрации кислорода и повышение концентрации азота в воде происходит из-за повышения температуры воды.

5. Причиной отклонения от нормы данных параметров является высокая температура окружающей среды.

6. Для исключения перегрева воды в садке целесообразно накрыть его оболочкой с отражательной поверхностью. Также можно увеличить испарение воды за счет вентиляции воздуха над садком. При испарении воды будет выделяться энергия, что приведет к понижению ее температуры. Для большего насыщения кислородом воды в садках необходимо усилить аэрацию.

7. Оборудование: светонепроницаемая оболочка для защиты от солнечных лучей и установление насосов для усиления аэрации.

8. Установить датчик концентрации кислорода в садках; разработать принципиальную схему включения насосов в зависимости от показаний датчика.

Заключение

Таким образом, изменение образовательного процесса, который будет направлен на формирование профессиональных умений будущих специалистов, состоит в разработке и включении компетентностно-ориентированных заданий и задач в процесс освоения студентами каждой дисциплины учебного плана соответствующего направления подготовки. Разработка таких заданий является новым видом деятельности для преподавателей высшей школы и требует компетенций как в области предметных, так и цифровых технологий. Для организации систематической работы студентов, направленной на овладение методами решения профессиональных задач, необходимы специальные дидактические средства в виде сборников задач-упражнений, учебных карт, электронных образовательных ресурсов.

Список литературы

1. Волкова М.Г., Рыбникова Е.В. Особенности курса физики для студентов нефизических специальностей // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 52–4. С. 20–22.
2. Герасимова Г.А. Проблемы и задачи изучения предмета «Физика» в современном технологическом вузе в соответствии с ФГОС // Академический вестник Якутской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 5 (10). С. 40–45.
3. Стефанова Г.П., Касимова С.К., Кондратенко Е.И. Обучение студентов биомедицинских направлений подготовки методам решения профессиональных задач с применением физических знаний // Конвергенция современных образовательных политик для решения проблем Каспийского региона. Астрахань, 2022. С. 86–90.
4. Карасартова Н.А. Теоретические возможности формирования предметных компетенций у студентов биологов с использованием интеграционного обучения физике и биологии // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. 2019. № 3 (42). С. 186–191.
5. Новикова Н.Г., Клишкова Н.В. К вопросу о повышении мотивации к обучению при изучении дисциплины «Физика, математика» в медицинском вузе // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 39, № 1. С. 105–109.
6. Савченко Е.В. Активизация познавательной деятельности студентов при изучении курса общей физики // Modern Science. 2020. № 12–4. С. 373–377.
7. Ходжаева Д.З. Современный подход в преподавании физики в медицинском вузе // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 59–1. С. 45–49.
8. Савченко Е.В., Рогова О.В., Рыбакова К.А., Руснакова Е.В. Задачный подход как средство подготовки инженера к профессиональной деятельности на примере разделов «Молекулярная физика» и «Термодинамика» курса общей физики // Перспективы науки. 2020. № 6 (129). С. 183–185.
9. Стефанова Г.П. Теоретические основы и методика реализации принципа практической направленности подготовки учащихся при обучении физике: дис. ... докт. пед. наук. Астрахань, 2002. 366 с.
10. Логинова Ю.В. Установление межпредметных связей физики с общетехническими и профессиональными дисциплинами методом главных компонент при обучении будущих биотехнологов в технологическом вузе // Наука и школа. 2010. № 2. С. 85–87.
11. Говоркова Л.И. Формирование методологических знаний у будущих учителей биологии на занятиях по физике // Омский научный вестник. 2007. № 2 (57). С. 56–58.
12. Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. Лекции и семинары: учебное пособие. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2020. 624 с.
13. Krutova I.A., Zhukova N.V. Development of universal educational skills of pupils in the forming of physical concepts // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 12. Р. 7–10.
14. Талызина Н.Ф., Печенюк Н.Т., Хихловский Л.Б. Пути разработки профиля специалиста. Саратов: Саратовский ун-т. 1987. 241 с.
15. Тарасова А.В., Давыдова Н.Г. Изучение физики на стоматологическом факультете // Высшее образование сегодня. 2020. № 2. С. 34–38.
16. Стефанова Г.П., Крутова И.А., Байгушева И.А. Типовые профессиональные задачи как целевой ориентир подготовки бакалавров и магистров в условиях реализации ФГОС ВО // Известия ВГПУ. 2017. № 3 (116). С. 53–58.
17. Стефанова Г.П., Крутова И.А., Валнишева А.Г. Инновационный подход к формированию методов решения типовых профессиональных задач у будущих инженеров // Alma mater (Вестник высшей школы). 2011. № 8. С. 48–51.