

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 тетрадях.

- 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 коэффициента

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. Найти 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 подобных 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 $1,62 \cdot 10^6 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$.
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

1. 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.
2. Денисов, Е.Н. Проблемы преподавания биофизики в медицинском вузе / Е.Н. Денисов, Г.В. Чернова // NovalInfo.Ru. – 2018. – Т. 1, № 78. – С. 224-227.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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

1. Khodzhayeva, D.Z. Predmet fiziki – kak professional'no-oriyentirovochnoye sredstvo v formirovanii professional'noy deyatelnosti vracha / D.Z. Khodzhayeva // Magyar Tudományos Journal. – 2020. – № 38(38). – S. 46-49. – DOI 10.21209/2542-0089-2018-13-2-71-78.
2. Denisov, Ye.N. Problemy prepodavaniya biofiziki v meditsinskom vuze / Ye.N. Denisov, G.V. Chernova // NovalInfo.Ru. – 2018. – T. 1, № 78. – S. 224-227.
3. 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.
4. 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.
5. Politsinskiy, Ye.V. Zadachi po fizike. Rukovodstvo k vypolneniyu kontrol'nykh работ : Uchebno-metodicheskoye posobiye / Ye. V. Politsinskiy. – Tomsk : Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy politekhnicheskiy universitet, 2014. – 240 s.
6. 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