

РЕШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА РАЗНЫХ ВИДАХ ЗАНЯТИЙ В МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Дигурова Ирина Ивановна,

кандидат биологических наук, доцент кафедры физики и математики педиатрического факультета


ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» (Москва)

 digurova56@mail.ru

Мачнева Татьяна Вячеславовна,

доктор медицинских наук, заведующая кафедрой физики и математики педиатрического факультета

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» (Москва)

 machneva_tv@internet.ru

Дигуров Роман Валерьевич,

инженер,

ФГБНУ «Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов» (Москва, Троицк)

 roman.digurov@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Использование профессионально ориентированных физических задач способствует формированию компетенций врача. Наиболее полезным является подбор заданий с учетом будущей врачебной специальности. Предварительный разбор задач на лабораторном занятии решает проблему дефицита времени на их решение. Включение задач в вопросы коллоквиума при дистанционном обучении позволяет эффективно проверить уровень усвоения учебного материала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *физические задачи, лабораторный практикум, коллоквиум, дистанционное обучение, мотивация, профессиональные компетенции врача*

SOLVING PROFESSIONALLY ORIENTED PHYSICAL PROBLEMS IN DIFFERENT TYPES OF CLASSES AT MEDICAL UNIVERSITY

Digurova I. I.,

*кандидат биологических наук, доцент кафедры физики и математики педиатрического
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and
Mathematics, Faculty of Pediatrics*

Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow)

Machneva T. V.,

*Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Physics and Mathematics, Faculty of
Pediatrics*

Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow)

Digurov R. V.,

Engineer,

Federal State Budgetary Institution «Technological Institute for Superhard and Novel carbon materials» (Moscow, Troitsk)

ABSTRACT

The use of professionally oriented physical tasks contributes to the formation of the doctor's competencies. The most useful is the selection of tasks, taking into account the future medical specialty. Preliminary analysis of tasks in a laboratory lesson solves the problem of lack of time to solve them. The inclusion of tasks in the questions of the colloquium in distance learning allows you to effectively check the level of assimilation of educational material.

KEYWORDS: *physical tasks, laboratory workshop, colloquium, distance learning, motivation, professional competencies of a doctor*

В учебной практике физической задачей называют ситуацию, которая требует от учащихся мыслительных и практических действий, основанных на законах и методах физики и направленных на овладение знаниями и развитие мышления [1]. По мнению многих отечественных и зарубежных авторов при обучении физике необходимо учитывать объект профессиональной деятельности, к которой готовятся учащиеся. Следовательно,

в медицинском вузе следует изучать физику с учетом восприятия ее студентами как будущими врачами [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Профессионально ориентированные задачи формируют навыки решения профессиональных задач на основе физических знаний и умений, интегрируют специальные и фундаментальные знания [9, 10, 11, 12]. Этот вид учебной деятельности усиливает мотивацию будущих врачей к изучению физики, повышает их активность и самостоятельность, улучшает результаты обучения. Решение задач является одним из важных средств повторения материала, его закрепления и проверки знаний учащихся.

С 2021 — 2022 учебного года после многолетнего перерыва на кафедре физики и математики педиатрического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н. И. Пирогова возобновил работу факультет повышения квалификации. Контингент слушателей — это преподаватели кафедр физики, физики и математики, медицинской физики и других, на которых преподается физика и медицинская физика. Общение с коллегами на этих занятиях показало, что часто задачи не решаются в ходе учебного процесса или решаются в недостаточном количестве по разным причинам. Чаще всего упоминалась нехватка времени из-за небольшой продолжительности занятия и сокращения общего количества часов. Также решение задач подразумевает наличие у студентов некоторых навыков в этом виде учебной деятельности, но уровень школьной подготовки по физике оставляет желать лучшего. Это наблюдается уже в течение многих лет. Возможность углубленного изучения предметов в средней школе по выбору и ориентация на предметы, необходимые для сдачи ЕГЭ, приводит к неготовности студентов первого курса воспринимать учебный материал по физике, к недостаточным, а порой шокирующим пробелам в их знаниях. Часто студенты не верят в важность изучения фундаментальных дисциплин. Отсутствие экзаменов по физике, как вступительного, так и в качестве промежуточного контроля в университете, снижает мотивацию. Обучение этому предмету во многих медицинских университетах происходит в течение одного семестра. Преподавание в РНИМУ им. Н. И. Пирогова, где в первом семестре студенты лечебного и педиатрического факультета изучают предмет «Физика, математика», а во втором — «Медицинская и биологическая физика» фактически является исключением. Проблемой является и то, что не всегда со студентами работают преподаватели, имеющие базовое физическое образование. Это связано, в том числе, и с тенденцией к объединению кафедр физики с другими кафедрами.

Вышесказанное показывает актуальность проблемы применения такого вида учебной деятельности как решение физических задач в медицинском университете.

По нашему мнению, для достижения хорошего результата желательно решать задачи на практическом занятии любой формы. Также задачи можно включать в вопросы коллоквиума для более полной и объективной оценки знаний студентов. Мы постарались найти пути для преодоления нехватки времени в учебном процессе и возможности применения физических задач для формирования профессиональных компетенций с учетом различий в составлении заданий для студентов разных факультетов медицинских университетов.

В основу классификации физических задач, используемых в обучении студентов медицинского университета, положены два признака: организм человека как физический объект изучения и виды профессиональной деятельности врача [9]. Физические задачи должны отражать следующие вопросы: 1) изучение организма человека с точки зрения физики, специфики физических явлений, процессов в организме человека, 2) использование знаний о физических процессах, явлениях, приборах для исследования организма человека, 3) применение физических процессов, явлений и приборов для лечения. Следует отметить, что задачник, используемый на нашей кафедре, содержит большое количество профессионально ориентированных задач, но все же не охватывает все необходимые темы [13]. Например, среди задач по рентгеновскому излучению отсутствуют задания, связанные с применением компьютерной томографии. Также нет физических задач по отдельным темам, которые могли бы быть интересны будущим стоматологам, например, по расчету напряженно-деформированного состояния стоматологических конструкций. Это требует от преподавателя дополнительной подготовительной работы, особенно с учетом проведения занятий на разных факультетах. Примеры задач, с учетом упомянутой выше классификации, которые мы используем на занятиях по физике со студентами лечебного и педиатрического факультетов РНИМУ им. Н. И. Пирогова, приведены в *таблице 1*. Их профессиональная ориентированность демонстрирует учащимся межпредметные связи, повышая их интерес к предмету.

По нашему мнению, дополнительно можно выделить задачи, отражающие действие физических факторов на организм, которое не всегда является положительным и может требовать защиты от такого влияния. Например: «В результате аварии произошел выброс цезия-137 в окружающую среду.

Таблица 1

Примеры физических задач с учетом их специфики

Специфика физической задачи	Пример
Изучение организма человека с точки зрения физики, специфики физических явлений, процессов в организме человека	Кровь проходит через капилляр радиусом 12 мкм и длиной 0,38 мм. Разность давлений на концах капилляра составляет 21 мм рт. ст. Коэффициент динамической вязкости цельной крови равен 4,4 мПа·с. Найдите объемную скорость кровотока.
Применение физических процессов, явлений, приборов для исследования организма человека	Оцените жизнеспособность ткани печени после трансплантации органа, если на частоте зондирующего сигнала 100 Гц зарегистрированы значения активной составляющей импеданса 2,4 кОм, а электроемкость равна 45 нФ. На частоте 1 МГц они равны соответственно 22 Ом и 5,5 нФ.
Применение физических процессов, явлений, приборов для лечения	При повреждении двигательного нерва применяют экспоненциальные импульсные токи с длительностью импульса 60 мс и частотой следования 12 Гц. Определите скважность и коэффициент заполнения.

Период полураспада этого нуклида составляет 30 лет. Определите, за какой промежуток времени его активность уменьшится в 50 раз».

Как было сказано выше, недостаточное количество аудиторных часов по физике часто не позволяет в необходимом объеме использовать такой вид учебной работы, как решение задач. Больше возможностей для этого имеется на практическом занятии, проводимого по типу семинара. Однако на кафедре физики и математики РНИМУ им. Н. И. Пирогова выполняется много лабораторных работ, а количество практических занятий, где есть возможность решать задачи, относительно небольшое. Часто так дело обстоит и в других ВУЗах. В качестве исключения можно упомянуть Российский университет медицины (ранее Московский государственный медико — стоматологический университет им. Евдокимова), где практические занятия по физике в большей степени посвящены решению задач. При недостаточном количестве практических занятий семинарского типа мы рекомендуем решение физических задач по конкретной теме при проведении лабораторных занятий.

Лабораторный практикум рассматривается как средство формирования профессиональных компетенций [14, 15]. На оценку выполнения лабораторной работы влияют уровень владения теоретическим материалом и качество оформления отчета. При обсуждении теоретического материала возможно включение задач, повышающих интерес к проведению лабораторного эксперимента. Примеры приведены в *таблице 2*. Названия тем соответствуют лабораторным работам, представленным в «Руководстве к лабораторным работам» [16], которое используется как в нашем, так и в других медицинских ВУЗах.

Таблица 2

Примеры задач по некоторым темам лабораторного практикума

Тема лабораторного занятия	Пример задачи
Определение вязкости жидкости по методу Стокса.	При определении СОЭ эритроцит равномерно движется в плазме крови. Коэффициент динамической вязкости плазмы составляет $1,36 \text{ мПа}\cdot\text{с}$. Плотность эритроцита составляет 1077 кг/м^3 , а плотность плазмы равна 1026 кг/м^3 . Найдите скорость эритроцита, считая его шариком с радиусом $3,42 \text{ мкм}$.
Определение поверхностного натяжения жидкостей (методом отрыва капли)	Лекарственный препарат дозируют с помощью капельницы. Чему равен диаметр кончика ее трубки, если масса одной капли равна в среднем 50 мг , а коэффициент поверхностного натяжения препарата равен 60 мН/м .
Определение импеданса эквивалентных электрических схем	Рассчитайте электрический импеданс живой ткани на частоте 1035 кГц , если активное сопротивление равно 11 кОм , а емкость равна $1,2 \text{ мкФ}$. Рассмотрите последовательное соединение элементов.
Измерение размеров малых объектов с помощью микроскопа	Диаметр эритроцита равен $7,13 \text{ мкм}$. Каков диаметр его изображения в микроскопе, если увеличение объектива $\times 100$, а окуляра $\times 8$?

Графические задания повышают наглядность, самостоятельность и рациональность в поиске решений, улучшают анализ материала, наиболее наглядно демонстрируют метапредметные связи и функциональные зави-

симости между величинами. При выполнении лабораторных работ у студентов часто возникают затруднения при построении градуировочного графика (в частности, по теме «Определение показателя жидкости рефрактометром»). В таком случае полезным может быть предварительное решение со студентами задачи, например, такого содержания:

«Показатели преломления растворов этилового спирта в воде при температуре 200С имеют следующие значения:

С, %	5	10	15	20	25
n_D^{20}	1, 3361	1, 3395	1, 3434	1, 3471	1, 3503

Показатель преломления раствора неизвестной концентрации составил 1, 3464.

Определите графическим способом концентрацию этилового спирта в исследуемом растворе».

Практика показывает, что такие задания позволяют студентам лучше справляться с обработкой результатов эксперимента на лабораторном занятии и улучшают качество предоставляемого отчета.

На лабораторном занятии может возникнуть необходимость расчета цены деления приборов. Предварительное решение задач позволяет избежать ошибок и закрепить соответствующий навык. Например: «Предел измерения миллиамперметра 20 мА. На шкале 100 делений. Стрелка установилась на отметке 40 делений. Чему равна сила тока? Переведите эту величину в амперы, килоамперы, микроамперы».

Таким образом, использование задач при обсуждении теории на лабораторно-практическом занятии помогает решать проблему дефицита времени на их решение. В литературе встречаются рекомендации использовать задачи и при защите лабораторных работ [17], однако с учетом количества студентов в группе (обычно не менее 15) и небольшой продолжительности лабораторного занятия (2-3 академических часа) на индивидуальную проверку этого навыка обычно не хватает времени. Целесообразнее, по нашему мнению, проверку навыка решения задач осуществлять при проведении модульного контроля.

При проведении занятий по одной теме на разных факультетах также можно предлагать студентам задания с учетом их будущей врачебной специальности, что способствует заинтересованности учащихся в решении задач. Например, задания по теме «Механические свойства твердых тел»

могут отличаться на лечебном/педиатрическом и стоматологическом факультетах. Примеры задач представлены в *таблице 3*.

Таблица 3

**Задачи по теме «Механические свойства твердых тел»
на разных факультетах**

Факультет	Задачи
Лечебный/педиатрический	Определите силу, необходимую для удлинения сухожилия сечением $3,5 \text{ мм}^2$ на $0,9 \%$ от его первоначальной длины. Модуль Юнга для сухожилия считать равным 109 Па .
Стоматологический	При сжатии дентина зуба возникла относительная деформация, равная $0,01$. Модуль Юнга равен $18,95 \text{ ГПа}$. Определите механическое напряжение.

На занятии по конкретной теме можно решать задачи, связанные как с диагностическим, так и с лечебным применением какого-либо физического фактора или прибора. Ниже приведены примеры таких задач по теме «Ультразвук» (*таблица 4*).

Таблица 4

Задачи по теме «Ультразвук»

Применение ультразвука	Пример
Диагностическое	Определите глубину расположения неоднородности, отражающей ультразвук. Интервал времени между началом зондирования и регистрацией эхо — сигнала равен 120 мкс . Скорость ультразвука в ткани принять равной 1522 м/с .
Лечебное	Для проведения физиотерапевтической процедуры использовался ультразвук частотой 800 кГц и интенсивностью $1,1 \text{ Вт/см}^2$. Найдите амплитуду колебания молекул биологической ткани. Плотность ткани принять равной 1000 кг/м^3 .

При решении таких задач желательно обращать внимание студентов на то, какие свойства и особенности ультразвуковых волн позволяют применять их в диагностике, а какие — в лечении.

Подбирая задачи, следует учитывать результаты современных научных исследований, что часто еще не отражено в материалах используемых сборников. Поэтому в некоторых случаях задача может быть составлена самим преподавателем. Например, для проведения занятия по влажности одним из авторов была предложена следующая задача: «Объем образца композитного материала светового отверждения равен 88 мм^3 . Показатель водопоглощения составил 25 мкг/мм^3 . Найдите массу поглощенной воды (в мкг)». Для проведения занятия по теме «Ультразвук» была составлена задача: «При неразрушающем методе измерения толщины эмали с помощью ультразвуковых волн сигнал, отраженный от границы эмаль-дентин, был принят через $0,05 \text{ мкс}$ после излучения. Чему равна толщина эмали на исследуемом участке? Скорость распространения ультразвука в здоровой зубной эмали равна 6000 м/с ». Значения показателя водопоглощения композитного материала и скорости ультразвука в эмали были взяты из научных публикаций [18, 19].

На коллоквиуме решение задач позволяет более объективно проверить знания студентов. В этом случае можно заранее сообщить им условия типовых задач, которые будут входить в билеты для сдачи коллоквиума. Для студентов медицинских специальностей задания не должны быть трудными. Наряду с теоретическими вопросами задачи покажут уровень усвоения материала. Особенно это актуально при дистанционной форме обучения, так как при проверке знаний только по теоретическим вопросам, объективность оценки снижается из-за большей вероятности списывания [20]. Ниже приведены примеры профессионально ориентированных задач, входящих в составленные нами билеты для сдачи коллоквиума.

1. Кровь движется по сосуду с внутренним радиусом 4 мм с линейной скоростью 30 см/с . Приняв плотность крови равной 1050 кг/м^3 , а коэффициент динамической вязкости $4,5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$, определите режим течения жидкости.
2. Определите КТ — число по шкале плотности Хаунсфилда для ткани легких. Линейный коэффициент поглощения рентгеновского излучения для воды равен $20,000 \text{ 1/м}$, а для ткани $9,000 \text{ 1/м}$.

При решении первой задачи дополнительно можно предложить студенту доказать безразмерность числа Рейнольдса, дать определения ламинарного и турбулентного течений. Во второй задаче может быть определено КТ — число для любой ткани, но в настоящее время исследование легких наиболее актуально в связи с продолжающейся пандемией. При разборе задачи могут быть заданы вопросы, например, о преимуществе исполь-

зования компьютерной томографии по сравнению с другими методами рентгеновской диагностики. Обе задачи не представляют сложности для студентов нефизических специальностей, решаются в одно действие, но позволяют эффективно проверить теоретические знания. При проведении модульного контроля в периоды дистанционного обучения при решении задач представляется целесообразным письменный контроль с заранее заданным временем подготовки.

Следует обращать внимание на умение студентов пользоваться приставками для образования десятичных дольных и кратных единиц. Плохое знание приставок не позволяет учащимся получить правильный ответ при решении задачи, выполнить верные расчеты на основании полученных экспериментальных данных в лабораторной работе, выбрать оптимальный масштаб при графической интерпретации результатов. Полезно иметь таблицу приставок в каждой учебной комнате. Можно предложить студентам для тренировки сделать перевод в СИ ряда значений, например: 1 г/см^3 , 2 В/мс , $0,7 \text{ мН/см}$ (в зависимости от обсуждаемой темы). Такие же задания можно использовать в качестве дополнительного вопроса на коллоквиуме. Это не потребует много времени, но поможет уточнить оценку за ответ.

Таким образом, решение задач на разных видах занятий по физике в медицинском университете позволяет закрепить материал, а профессиональная направленность содержания предлагаемых заданий и акцент на межпредметных связях способствуют повышению интереса к предмету и формированию необходимых компетенций. Проблему недостаточной мотивации можно преодолеть, тщательно подбирая задачи с учетом будущей врачебной специальности. Использование физических задач при обсуждении теории на лабораторном занятии частично решает вопрос с дефицитом времени. Включение задач в вопросы коллоквиума позволяет полнее и объективнее проверить знания учащихся, в том числе при дистанционном обучении. ■

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усова А. В., Тулькибаева Н. Н. Практикум по решению физических задач: Для студентов Физ.- Мат. фак. /. — 2-е изд. — М.: Просвещение, 2001. — 206 с.
2. Ходжаева Д. З. Предмет физики — как профессионально-ориентировочное средство в формировании профессиональной деятельности врача/ Д. З. Ходжаева // *Magyar tudományos journal* 38, 2020 с. 46-49.

3. Коржуев А. В., Шевченко Е. В. Медицинская физика: общенаучный и гуманитарный контекст. М.: Янус-К, 2000. 120 с.
4. Nikitina Y.I. Innovative technologies as means of formation polytechnic competent of a future doctor in the study of integrated discipline “Physics, mathematics” [Text] / Y. I. Nikitina, L. G. Akhmetov // Life Science Journal. — 2014. — № 11(12s). — P. 638–642.
5. Pestrozhukova (Arzumanyan), N. G. Formation features of experimental skills generalization of students of any medical university [Text] / N. G. Pestrozhukova (Arzumanyan) // Education, Science and Technology: Collection of Articles (Special Number). — Puurs Belgium UniBook, 2010. — P. 14-17.
6. Douglas C. Giancoli. PHYSICS: principles with applications, 1998. 1096 с.
7. Russell K. Hobbie, Bradley J. Roth. Intermediate Physics for Medicine and Biology. Springer Science+Business Media, 2007. — 616 с.
8. Чернова Г. В. Проблемы преподавания биофизики в медицинском вузе / Г. В. Чернова, Е. Н. Денисов. — Текст: электронный // NovaInfo, 2018. — № 78. — С. 224-227. — URL: <https://novainfo.ru/article/14686> (дата обращения: 21.05.2022).
9. Десненко С. И. Формирование у студентов-медиков умений решать задачи профессиональной деятельности как основа реализации профессионально ориентированного обучения физике в медицинском вузе/ С. И. Десненко, А. Н. Бирюкова // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. П.Г. Чернышевского. Серия «Профессиональное образование, теория и методика обучения». 2012. № 6 (47). С. 129-136
10. Хабибулина О. Л. Роль физики в медицинском образовании/ О. Л. Хабибулина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2016. — № 4-1. — С. 302-304; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?Id=8914> (дата обращения: 14.02.2022).
11. Десненко С. И. Профессионально ориентированное содержание физики в медицинском вузе/С. И. Десненко, А. Н. Кобзарь // Учёные записки ЗабГУ. Сер. «Педагогические науки». 2018. Т. 13, № 2. С. 71–78. DOI: 10.21209/2542-0089-2018-13-2-71-78.
12. Prikhodko M. A., Smirnova O. B. (2018). Situational task as a means of integration of fundamental and special knowledge. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 3(6). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/31PDMN318.pdf> (in Russian).
13. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. Сборник задач / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 188 с. — Текст: электронный // URL: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN97859704295561.html>

14. *Ильин Б. В.* Лабораторный практикум как средство формирования профессиональных компетенций //Тенденция развития образования: педагог, образовательная организация, общество — 2020:материалы Всеросс.науч.-практ. конф. (Чебоксары. 19 авг. 2020 г.)/редкол.: Ж. В. Мурзина [и др.] — Чебоксары: ИД «Среда»,2020. — С.199-202.- ISBN 978-5-907313-75-0. doi:10.31483/r-96377
15. *Грибова Г. В., Шайдук А. М.* Проблемы организации лабораторного практикума по медицинской технике в медицинском вузе/ Г. В. Грибова, А. М. Шайдук //Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7. № 3(24). — С. 82-86.
16. *Блохина М. Е., Эссаулова И. А., Мансурова Г. В.* Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Дрофа, 2001. — 288 с.
17. *Ермакова Е. В.* Задачи на этапе защиты лабораторных работ по физике // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2014. — Т. 20. — С. 336–340. — URL: <http://e-koncept.ru/2014/54327.htm>
18. *Губанов О. М.* Измерение водопоглощения композитных материалов светового отверждения / О. М. Губанов, Б. А. Дидигов, А. А. Албогачиева, О. В. Арутянян, Я. Э. Муравьева // Фундаментальные аспекты физического здоровья. 2019. — № 1. С. 56-58.
19. *Русанов Ф. С.* Незазрушающий метод измерения толщины эмали с помощью ультразвуковых волн / Ф. С. Русанов, Р. Г. Маев, С. А. Титов // Стоматология. 2012. — № 19 (4). — С. 4-6.
20. *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 Всерос. науч.-практ. конф., 25–26 марта 2021 года / под ред. В. А. Степанова, О. В. Кузнецовой. Рязань: Ряз. гос. ун-т имени С. А. Есенина, 2021. — С. 55–57.