

**М. А. Шмонова****Формирование профессиональной компетентности студентов медицинских вузов в обучении математике**

В статье рассмотрена проблема формирования математической составляющей профессиональной компетентности будущего врача посредством реализации профессиональной направленности обучения математике в медицинском вузе. На основе анализа научно-исследовательской литературы выделено три основных подхода к трактовке понятия «профессиональная направленность обучения математике». На базе целостной концепции профессионально-педагогической направленности подготовки будущего учителя математики, разработанной А. Г. Мордковичем, описано содержание принципов (принципа фундаментальности, принципа ведущей идеи, принципа бинарности и принципа непрерывности) концепции профессиональной направленности математики применительно к обучению медиков. Выделены цели профессионально направленного преподавания математики в медицинском вузе и уточнено определение профессиональной направленности математической подготовки будущего специалиста системы здравоохранения. Сформулировано определение профессионально направленной математической задачи для студентов медицинских вузов. Описаны функции таких задач. В статье также представлены примеры профессионально направленных учебных математических задач, наглядно отражающие межпредметные связи с дисциплинами профессионального и естественно-научного циклов. Кроме того отмечена важная роль метода математического моделирования в изучении медико-биологических явлений и процессов средствами математики; разобрано решение задачи медицинского содержания, иллюстрирующей указанный метод.

Ключевые слова: профессионально направленное обучение математике, принципы профессиональной направленности, профессионально направленные задачи, функции профессионально направленных задач, компетентностный подход, студенты-медики.

**М. А. Shmonova****Professional Orientation of Mathematics Teaching for Medical Students as a Means of Forming the Mathematical Component of Their Professional Competence**

In this article we are considering the problem of forming a mathematical component of the professional competence of the doctor through the implementation of the professional orientation of teaching mathematics in medical university. Being based on the analysis of the research literature we identified three main approaches to the interpretation of the concept «professional orientation of teaching mathematics». On the basis of the holistic concept of professional-pedagogical orientation of mathematics future teachers' training developed by A. G. Mordkovich, it describes the content of the guidelines (the fundamental principle, the principle of leading ideas, the principle of binary and the principle of continuity) of the concept of mathematics professional orientation in relation to medical training. The objectives of professionally directed teaching of mathematics in medical university are allocated and the definition of the professional orientation of mathematical preparation of future health professionals is clarified. The definition of the professional orientation of the mathematical problem for medical students is made. The functions of such tasks are described. In this article here are also presented examples of professionally directed training of mathematical problems, clearly reflecting the interdisciplinary communication with disciplines of the professional and scientific cycle. In addition, we noted the importance of the method of mathematical modelling in the study of medical and biological phenomena and processes by means of mathematics; the solution of the medical content task is dismantled, illustrating this method.

Keywords: professionally directed learning of mathematics, principles of professional orientation, professionally directed tasks, functions of professionally directed tasks, a competence approach, medical students.

Высокий уровень профессиональной подготовки медика является залогом успеха в его трудовой деятельности и обеспечивается степенью успешности овладения выпускником медицинского вуза общекультурными и соответствующими получаемой специальности профессиональными компетенциями. Основные составляющие профессиональной компетентности, то есть профессиональные знания, умения, навыки и способы деятельности, формируются преимущественно в процессе изучения дисциплин про-

фессионального цикла. Однако дисциплины математического, естественно-научного цикла также способствуют развитию профессионально значимых качеств будущего врача, реализуя процесс формирования как общекультурных, так и частично профессиональных компетенций [1]. Все вышесказанное в полной мере относится и к математическому модулю, так как математика, являясь универсальным языком природы, представляет аппарат, позволяющий описывать и изучать медико-биологические явления и процессы.

Современные медицинские науки используют весь спектр математических методов: от простейших математических понятий и операций (например, любой врач должен знать меры объема, понятия процента, пропорции, концентрации и др.; уметь выполнять элементарные расчеты по приведенным формулам и др.) до сложнейших математических моделей (например, модель роста злокачественной опухоли описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных) и методов статистического анализа (например, методы дисперсионного, факторного анализов, применяемые в медико-биологических исследованиях).

И если для использования в профессиональной деятельности простейших математических формул расчета достаточно элементарных школьных знаний, то сложнее дело обстоит с умением строить, а затем интерпретировать даже достаточно простые математические модели, а также анализировать полученные эмпирическим путем медико-биологические данные и делать на основании полученных результатов дальнейшие прогнозы, поскольку студенты медицинских вузов имеют низкий уровень «входящих» математических знаний (школьная оценка по предмету у студентов-медиков, в основном, «хорошо» или даже «удовлетворительно», а средний балл ЕГЭ по математике небольшой) и слабую мотивацию к изучению предмета (студенты-первокурсники считают, что математические знания не будут использоваться ими ни при изучении других дисциплин, ни в повседневной жизни, ни в будущей профессиональной деятельности). Кроме того, анализ учебников, учебно-методических пособий, учебных планов и программ по математическому модулю дисциплины «Физика, математика», а также форм и методов обучения математическим знаниям студентов медицинских высших учебных заведений, результатов собеседования и анкетирования студентов и преподавателей указанных вузов показал следующее:

- программы математического цикла крайне мало направлены на будущую специальность, в их содержании не подчеркивается необходимость использования изучаемых математических методов в решении тех или иных профессионально значимых задач;

- в процессе математической подготовки студентов медицинских университетов все еще используются малоактивные методы и формы обучения, ориентированные на формирование у студентов базовых математических знаний, умений

и навыков, без объяснения того, каким образом они могут быть использованы в профессиональной деятельности;

- математический модуль изучается студентами на первом курсе университета, в то время как практически все специальные дисциплины, связанные с будущей профессией, изучаются ими на старших курсах.

Для устранения обозначенных затруднений необходима такая организация обучения математике студентов медицинских вузов, которая учитывает учебные и жизненные интересы, а также особенности использования математического аппарата при решении задач медико-биологической направленности. Указанная организация обучения носит название «профессионально направленного обучения».

Проблема профессиональной направленности обучения математике студентов-медиков не нова [5], но вместе с тем сложна и по структуре и по содержанию. Связано это обстоятельство, в первую очередь с тем, что само понятие «профессиональная направленность обучения математике» в современной научно-методической литературе трактуется весьма неоднозначно. Работы разных исследователей по данной тематике также весьма разнообразны. Анализ исследований, посвященных данной проблематике, позволяет выделить три основных подхода к трактовке понятия «профессиональная направленность обучения математике». В рамках первого подхода исследователи (Т. Н. Алешина, А. Я. Кудрявцев, Н. Н. Лемешко и др.) придерживаются мнения, что профессиональная направленность обучения реализуется посредством выявления и актуализации межпредметных связей математики и дисциплин профессионального цикла. Согласно второму подходу (Н. В. Кузьмина, А. И. Щербаков, Г. И. Худякова и др.), профессиональная направленность обучения математике рассматривается как средство воздействия на личность обучающегося, закладывающее основу мотивации студентов по отношению к будущей профессии. Третий подход (М. С. Аммосова, Н. А. Бурмирова, М. А. Васильева и др.) определяет профессионально направленное обучение как средство формирования математической компетентности будущих специалистов.

Профессиональная подготовка врача, соответствующая современным требованиям, возможна лишь на основе комплекса методологических подходов. Наиболее важным из них является, на наш взгляд, компетентностный подход к обуче-

нию студентов в системе высшего профессионального образования, а потому в данной статье будем рассматривать профессионально направленное обучение математике студентов медицинских вузов как средство формирования математической компетентности будущих работников системы здравоохранения.

Рассматривая математическую подготовку будущего врача с позиций компетентностного подхода, можно сказать, что главной чертой математической компетентности медика является не совокупность освоенных математических знаний, а опыт использования математического аппарата для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности.

А. Г. Мордкович разработал целостную концепцию профессионально-педагогической направленности подготовки будущего учителя математики [2]. В его концепцию включено четыре основных принципа: принцип фундаментальности, принцип ведущей идеи, принцип бинарности, принцип непрерывности. Данная концепция является универсальной, так как может служить, конечно, с некоторыми изменениями, концепцией профессионализации математической подготовки любого специалиста, в том числе и медицинского работника.

Так, *принцип фундаментальности* при обучении студентов-медиков математике, подчеркивая необходимость фундаментальной математической подготовки с учетом нужд приобретаемой медицинской профессии, реализует идею интеллектуального развития будущего врача в процессе изучения математического модуля через использование таких умственных действий, как анализ, синтез, обобщение, классификация, определение взаимосвязей (в том числе межпредметных), разделение целого на части, нахождение закономерностей и др.

*Принцип ведущей идеи* в организации математической подготовки студентов медицинских вузов означает, что при изучении студентами конкретной темы математического модуля дисциплины «Физика, математика» основной идеей должна быть идея связи ее с профессионально значимыми дисциплинами. Указанный принцип предполагает включение в процесс преподавания математики видов деятельности, способствующих формированию образованного врача-исследователя, свободно владеющего математическими методами для решения профессиональных задач.

*Принцип бинарности* выражает необходимость объединения общенаучной и методической линий в построении учебного процесса, что влечет за собой организацию направленности обучения математике на овладение обобщенными и профессиональными способами и средствами деятельности через практические умения. Этот принцип подразумевает, что при выборе методов обучения преподаватель математики в медицинском вузе должен всюду, где это возможно, сознательно отдавать предпочтение методам, помогающим студенту максимально освоить математические знания, которые он может применять при изучении других дисциплин и в своей будущей профессиональной деятельности.

*Принцип непрерывности* постулирует участие всех изучаемых студентом дисциплин, в том числе и математического модуля, в процессе непрерывного постижения будущей профессии.

Из характеристики принципов следует, что все они тесно взаимосвязаны и кроме того, учитывают возможности математической компоненты в повышении профессиональной компетентности будущего врача.

В профессионально направленном преподавании математики студентам-медикам можно выделить три цели их подготовки:

- реализация базовой математической подготовки в контексте будущей профессиональной деятельности работника здравоохранения;
- развитие качеств личности, необходимых врачу в его будущей профессиональной деятельности;
- использование полученных знаний при решении задач, возникающих в профессиональной деятельности.

Таким образом, под профессиональной направленностью математической подготовки будущего врача следует понимать организацию учебной деятельности на занятиях по математике так, чтобы основными ценностными установками для студентов при этом являлись овладение математическим содержанием при решении профессионально направленных задач и формирование обобщенных умений профессиональной деятельности.

Одним из способов реализации профессиональной направленности обучения математике студентов медицинских вузов является использование текстовых математических задач с медико-биологическим содержанием, так как основным видом учебной деятельности на занятиях по математике является решение задач. Указанные за-

дачи имеют большое значение еще и потому, что являются примерами, иллюстрирующими метод математического моделирования – важнейший метод изучения медико-биологических явлений и процессов средствами математики. В методической и педагогической литературе существует много различных наименований таких задач: профессионально направленные, профессионально-ориентированные, прикладные, профильные, практико-ориентированные и др. В рамках данной статьи будем называть эти задачи профессионально направленными. В силу наличия различных названий разные авторы по-разному определяют профессионально направленные задачи, акцентируя внимание на разных аспектах прикладной направленности. В нашем исследовании будем понимать под *профессионально направленной математической задачей для студентов медицинских вузов такую задачу, содержание которой связано с объектами и процес-*

*сами медико-биологической природы, а поиск ее решения с помощью математического аппарата способствует формированию профессиональной компетентности будущего работника здравоохранения.*

В профессионально направленных математических задачах наглядно отражаются межпредметные связи с биологией, экологией, эпидемиологией, иммунологией, фармакологией, химией, физикой и другими профессионально значимыми для медицинского работника дисциплинами, а также раскрываются прикладные аспекты научных знаний в профессиональной деятельности врача. Примеры реализации межпредметных связей посредством использования в процессе обучения математике в медицинском вузе профессионально направленных задач приведены на рисунке 1 (на примере темы «Дифференциальные уравнения»):

Дифференциальные уравнения				
Биология	Химия	Эпидемиология	Фармакология	Физика
Задача о скорости размножения бактерий	Задача о скорости химической реакции второго порядка	Задача о скорости заражения во время эпидемий	Задача о скорости растворения лекарственного вещества	Задача о скорости охлаждения тела
Скорость размножения бактерий пропорциональна их количеству в данный момент. В начальный момент имелось 100 бактерий, а через 6 часов их число удвоилось. Определите, во сколько раз увеличится количество бактерий в течение суток	В реакции омыления уксусноэтилового эфира гидроксидом натрия первоначальные концентрации соответственно составили 0,01 и 0,002. Спустя 23 минуты концентрация уксусноэтилового эфира уменьшилась на 10 %. Через какое время она уменьшится на 15 %?	В популяцию большого размера занесено инфекционное заболевание. Доля людей $p = p(t)$ , перенесших заболевание, возрастает со временем $t$ . Скорость заболеваемости составляет $(1 - p(t))/3$ . Определите, через какое время доля переболевших составит 90 %	Через один час после введения 10 мг лекарственного препарата в организм человека его количество уменьшилось вдвое. Определите массу препарата, которая останется в организме через 2 часа	Скорость охлаждения тела пропорциональна разности температур тела и окружающей среды. До какой температуры охладится тело за 30 минут, если за 10 минут оно охладилось от 100 до 60 °С? Температура окружающей среды составляет 20 °С

Рисунок 1. Профессионально направленные задачи для студентов-медиков по теме «Дифференциальные уравнения»

Математические задачи могут быть использованы в качестве стержневого средства, реализующего формирование общекультурных и профессиональных компетенций. Рассмотрение профессионально направленной математической задачи в качестве многоаспектного явления в профессионально направленном преподавании математики студентам медицинских вузов позволяет сформулировать функции задачного материала в ходе обучения.

Использование профессионально направленных задач позволяет знакомить обучающихся с новыми профессионально значимыми знаниями. Например, в задаче о скорости изменения массы лекарственного препарата имеет место релаксационный процесс. Таким образом, в ходе решения указанной задачи вводится новый термин – «релаксационный процесс», дается его определение и кратко рассматриваются основные свойства.

Профессионально направленные задачи выступают в качестве иллюстрации метода математического моделирования медико-биологических явлений и процессов [3]. Например, решая задачу о скорости размножения бактерий, студенты знакомятся с известной моделью роста популяции микроорганизмов [7].

Применение профессионально направленных задач помогает формировать приемы формализации и интерпретации, являющиеся основными составляющими умения моделировать [3].

Профессионально направленные задачи способствуют повышению мотивации изучения математики студентами-медиками, выступают средством развития познавательного интереса студентов [6, 7].

Профессионально направленные задачи способствуют развитию мышления [5].

В процессе изучения математического блока дисциплины «Физика, математика» студентами медицинских вузов создается возможность познакомить обучающихся с некоторыми типами математических моделей медико-биологических явлений и сформировать умения работать с ними на основании применения в обучении профессионально направленных задач. Например, рассмотрим задачу, моделирующую процесс уменьшения концентрации лекарственного препарата в крови некоторого животного с течением времени.

**Задача:** вследствие выведения лекарственного вещества из организма животного его концентрация в крови уменьшается с течением времени. Известно, что в начальный момент времени концентрация вещества составляла  $0,4 \text{ мг/л}$ , а через сутки уменьшилась в четыре раза. Определите концентрацию данного лекарственного вещества через двое суток, полагая, что скорость уменьшения концентрации пропорциональна концентрации вещества в данный момент времени.

Решение рассматриваемой задачи можно разделить на три основных этапа:

1. *Построение математической модели.* На этом этапе осуществляется перевод решаемой задачи с естественного языка на математический.

Обозначим концентрацию лекарственного вещества в момент времени  $t$  (измеряется в сутках) через  $C = C(t)$ . Скорость изменения концентрации, согласно физическому смыслу производной, есть производная концентрации по времени, то есть  $v = C' = \frac{dC}{dt}$ . По условию задачи скорость

уменьшения концентрации и сама концентрация вещества пропорциональны, тогда можем запи-

сать:  $-\frac{dC}{dt} = kC$ , здесь  $k$  – коэффициент про-

порциональности,  $k > 0$ , предположим также, что  $k$  не зависит от времени, а « $\rightarrow$ » означает, что концентрация убывает с увеличением времени. Итак, получили дифференциальное уравнение моделирующее процесс уменьшения концентрации лекарственного препарата в крови некоторого животного с течением времени.

2. *Решение задачи внутри математической модели.* Происходит поиск решения задачи с использованием математических знаний и методов.

Полученное уравнение  $-\frac{dC}{dt} = kC$  является

дифференциальным уравнением первого порядка и решается методом разделения переменных. Для удобства перепишем рассматриваемое уравнение

в виде:  $\frac{dC}{dt} = -kC$ . Разделим переменные:

$\frac{dC}{C} = -k dt$ . Почленно интегрируем:

$\int \frac{dC}{C} = -k \int dt$ . Отсюда имеем:

$\ln C = -kt + \ln C_0$  или  $C = C_0 e^{-kt}$ . Полученная

зависимость определяет в общем виде процесс уменьшения концентрации лекарственного препарата в крови некоторого животного с течением времени. Произвольная постоянная  $C_0$  обозначает начальную концентрацию вещества, то есть концентрацию при  $t = 0$ . По условию задачи,  $C_0 = 0,4 \text{ мг/л}$ . Зная, что при  $t = 1 \text{ сут.}$ ,  $C = 0,1$ , найдем  $k$ :  $0,1 = 0,4 e^{-k}$ ,  $4 = e^k$ ,  $k = \ln 4$ .

Таким образом, получаем закон изменения концентрации лекарственного вещества в крови некоторого животного с течением времени:

$C = 0,4 e^{-\ln 4 t}$  или  $C = 0,4 \cdot (0,25)^t$ .

Следовательно, при  $t = 2 \text{ сут.}$ ,  $C = 0,4 \cdot (0,25)^2 = 0,025 \text{ мг/л}$ .

3. *Интерпретация полученного результата.* Здесь происходит обратный перевод: результат решения формулируется на естественном языке.

Через двое суток концентрация данного лекарственного вещества составит  $0,025 \text{ мг/л}$ .

Таким образом, использование на занятиях по математике в медицинском вузе профессионально направленных задач положительно влияет на организацию профессиональной направленности

обучения будущих врачей, формируя математическую составляющую профессиональной компетентности студентов-медиков.

#### Библиографический список

1. Боциева, Н. И. Преподавание физики и математики в условиях модернизации медицинского образования [Текст] / Н. И. Боциева, И. Ф. Боциев // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – Кострома : КГУ, 2012. – № 1(18). – С. 121–125.

2. Мордкович, А. Г. Профессионально-педагогическая направленность специальной подготовки учителя математики в педагогическом институте [Текст]: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / А. Г. Мордкович. – М., 1986. – 355 с.

3. Наглядное моделирование в обучении математике: теория и практика [Текст]: учеб. пособие / под ред. Е. И. Смирнова. – Ярославль: Индиго, 2007. – 454 с.

4. Никаноркина, Н. В. Профессионально ориентированные задачи как средство осуществления профессионально направленного обучения математике студентов экономических вузов [Текст] / Н. В. Никаноркина // Молодой ученый. – 2014. – № 13. – С. 276–279.

5. Пичугина, П. Г. Методика профессионально ориентированного обучения математике студентов медицинских вузов [Текст]: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : защищена 24.12.04 / Пичугина Полина Григорьевна. – Н. Новгород, 2004. – 142 с.

6. Шмонова, М. А. Профессионально-ориентированное обучение математике как средство создания положительной мотивации студентов медицинских вузов [Текст] / М. А. Шмонова // Аспирантский вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. – 2013. – № 21. – С. 64–65.

7. Шмонова, М. А. Особенности преподавания математики в медицинском вузе [Текст] / М. А. Шмонова // Сборник трудов конференции

«Международные Колмогоровские чтения – XII». – Ярославль, 2014. – С. 205–209.

#### Bibliograficheskij spisok

1. Bocieva, N. I. Prepodavanje fiziki i matematiki v uslovijah modernizacii medicinskogo obrazovanja [Tekst] / N. I. Bocieva, I. F. Bociev // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. A. Nekrasova. – Kostroma : KGU, 2012. – № 1(18). – S. 121–125.

2. Mordkovich, A. G. Professional'no-pedagogicheskaja napravlennost' special'noj podgotovki uchitelja matematiki v pedagogicheskom institute [Tekst]: dis. ... d-ra ped. nauk : 13.00.02 / A. G. Mordkovich. – M., 1986. – 355 s.

3. Nagljadnoe modelirovanie v obuchenii matematike: teorija i praktika [Tekst]: ucheb. posobie / pod red. E. I. Smirnova. – Jaroslavl' : Indigo, 2007. – 454 s.

4. Nikanorkina, N. V. Professional'no orientirovannye zadachi kak sredstvo osushhestvlenija professional'no napravlennogo obuchenija matematike studentov jekonomicheskikh vuzov [Tekst] / N. V. Nikanorkina // Molodoj uchenyj. – 2014. – № 13. – S. 276–279.

5. Pichugina, P. G. Metodika professional'no orientirovannogo obuchenija matematike studentov medicinskih vuzov [Tekst]: dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.02 : zashishhena 24.12.04 / Pichugina Polina Grigor'evna. – N. Novgorod, 2004. – 142 s.

6. Shmonova, M. A. Professional'no-orientirovannoe obuchenie matematike kak sredstvo sozdaniya polozhitel'noj motivacii studentov medicinskih vuzov [Tekst] / M. A. Shmonova // Aspirantskij vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo universiteta imeni S. A. Esenina. – 2013. – № 21. – S. 64–65.

7. Shmonova, M. A. Osobennosti prepodavaniya matematiki v medicinskom vuze [Tekst] / M. A. Shmonova // Sbornik trudov konferencii «Mezhdunarodnye Kolmogorovskie chtenija – XII». – Jaroslavl', 2014. – S. 205–209.