

МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ

Model of mathematical competence of students of medical universities

Шмонова Марина Александровна, ассистент кафедры математики, физики и медицинской информатики Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России.

 shmon-marina@yandex.ru

В статье сформулировано определение математической компетентности студентов медицинских вузов. Выделены структурные компоненты математической компетентности медицинских работников и описано их содержательное наполнение. Представлена методическая модель формирования математической компетентности будущих работников здравоохранения, охарактеризованы уровни формирования математической компетентности студента-медика.

The article formulates the definition of mathematical competence of students of medical universities. Allocated the structural components of the mathematical competence of healthcare professionals and described their substantive content. Presented the methodical model of formation of mathematical competence of future health professionals, characterized the levels of formation of mathematical competence of a medical student.

Ключевые слова: математическая компетентность, компоненты математической компетентности, модель формирования математической компетентности, уровни математической компетентности, студенты медицинского университета.

Keywords: mathematical competence, components of mathematical competence, a model of mathematical competence, levels of mathematical competence, the students of medical university.

Проблема формирования математической компетентности в профессиональной подготовке специалистов системы здравоохранения является мало исследованной. На сегодняшний день нами не было найдено работ, посвященных указанному вопросу, несмотря на то, что в научно-исследовательской литературе большое внимание уделяется проблеме формирования математической компетентности студентов различных специальностей высших и средних учебных заведений (И.А. Байгушева, В.И. Байденко, Н.А. Бурмистрова, Б.В. Гнеденко, Л.Д. Кудрявцев, О.С. Тамер, Н.Г. Ходырева, и др.).

Анализ научно-исследовательских работ позволяет сделать следующие выводы:

- у учёных, исследующих данную проблему, в настоящий момент отсутствует единый подход к определению понятия математической компетентности;
- нет единого взгляда на состав и содержание структурных компонентов математической компетентности;
- не определены факторы и методы, обеспечивающие формирование математической компетентности специалистов.

Однако следует признать, что имеются и общие положения:

1. математическая компетентность специалиста является составной частью профессиональной компетентности;
2. математическая компетентность представляет собой сложное, интегративное личностное качество;
3. математическая компетентность базируется на наличии у субъекта определенного, зависящего от конкретной профессии уровня математических знаний, умений, навыков и способов деятельности;
4. математическая компетентность обнаруживается в способности и готовности применять полученные математические знания для эффективного решения различных профессиональных задач.

Учитывая всё вышесказанное, уточним определение математической компетентности работника здравоохранения. Итак, в данном исследовании под математической компетентностью студента медицинского университета будем понимать *сложное, интегративное качество личности, являющееся составной частью его профессиональной компетентности, базирующееся на наличии математических знаний, умений, навыков и способов деятельности, проявляющееся в способности и готовности применять математический инструментарий для эффективного построения и исследования моделей медико-биологических процессов и явлений, а также нахождения оптимального решения возникающих в профессиональной медицинской деятельности проблем.*

В результате обучения в медицинском вузе студент должен обладать набором компетенций, зафиксированных в ФГОС ВПО, поэтому для определения математической компетентности конкретного специалиста медицинского профиля необходимо рассмотрение общекультурных и профессиональных компетенций, развивающихся у студентов в процессе приобретения математических знаний. Однако компетенции любого работника здравоохранения предполагают:

1. обладание как общеучебными, так и специальными, знаниями, умениями, навыками, необходимыми будущему врачу;
2. наличие и развитие профессионально-медицинских качеств личности (логическое мышление; коммуникативные, волевые и интеллектуальные качества; характер; способности и др.);
3. формирование творческой активности личности, как высококвалифицированного специалиста системы здравоохранения.

На основании анализа ФГОС ВПО, исследований, посвященных формированию математической компетентности специалистов различных профилей, и работ, в которых их авторы изучают особенности преподавания математики студентам-медикам ([1, 2, 3, 4, 5] и др.), выделим компоненты математической компетентности будущего работника здравоохранения: 1) *когнитивно-прикладная*; 2) *личностная*; 3) *креативная*; 4) *рефлексивная*. Рассмотрим содержательное наполнение каждой компоненты.

1. *Когнитивно-прикладная* компонента отвечает за формирование совокупности фундаментальных математических знаний, умений, навыков

и способов деятельности, а также способности и готовности применять математический инструментарий для поиска оптимального способа разрешения задач и проблем, возникающих в повседневной и научно-исследовательской работе специалиста системы здравоохранения. Формирование данной компоненты происходит преимущественно при решении учебных профессионально направленных математических задач.

2. *Личностная.* В результате освоения этой компоненты происходит формирование необходимых медицинскому работнику умений мыслить логически, абстрактно; оценивать, отбирать и использовать информацию; самостоятельно принимать решения и др. Иными словами рассматриваемая компонента математической компетентности работника здравоохранения находит свое отражение в развитии личностно значимых способностей студента медицинского вуза в процессе приобретения математических знаний.
3. *Креативная.* Данная компонента определяет способность и готовность к использованию творческого потенциала личности, развитие исследовательских навыков будущего работника здравоохранения.
4. *Рефлексивная.* Сформированность этой компоненты указывает на способность давать объективную оценку собственным математическим знаниям и готовность приобретения недостающих, а, следовательно, осуществления саморазвития, самореализации и математического самообразования.

Под формированием математической компетентности студентов медицинского вуза будем понимать процесс развития личности, происходящий при получении математических знаний, умений, навыков и дальнейшем их переносе на изучение объектов будущей профессиональной деятельности, а также развитие индивидуальных качеств личности медицинского работника. Формирование математической компетентности студентов-медиков реализуется при организации воспитательно-образовательного процесса в вузе.

Методическая модель формирования математической компетентности медицинского работника может быть представлена пятью элементами, все элементы модели тесно взаимосвязаны (рис. 1). Определим содержание каждого из элементов модели.

1. *Целевой* элемент является системообразующим, определяя цели и задачи изучения математических знаний в медицинском вузе. Данный компонент опирается на требования ФГОС ВПО к результатам освоения основной образовательной программы, в частности математического блока, и характеризуется набором компетенций, которыми необходимо обладать выпускнику-будущему медицинскому работнику для использования математических знаний в предстоящей профессиональной деятельности. Главная цель рассматриваемого элемента – сформировать математическую компетентность будущего специалиста системы здравоохранения, на уровне достаточном для получения ме-

дицинского образования и последующей успешной самореализации в профессиональной деятельности. Таким образом, основной функцией целевого компонента является определение предполагаемого уровня сформированности математической компетентности студентов-медиков, соответствующего нормативным требованиям к профессиональной подготовке будущего врача.

2. *Содержательный* элемент предполагает выстраивание отбора содержания математического образования студентов медицинских вузов на основе определения минимального объёма необходимых работнику здравоохранения, как и любому образованному человеку, математических знаний, методов, используемых в медико-биологических науках, т.е. нахождение необходимого (опорного) объёма математических знаний для формирования математической компетентности будущего медицинского работника. Содержание образования является средством, позволяющим студентам приобретать компетенции, необходимые для будущей успешной профессиональной деятельности.
3. *Мотивационный* элемент подразумевает формирование положительной мотивации и развитие познавательного интереса, направленных на осознание важности математических знаний в повседневной жизни и будущей профессиональной деятельности.
4. *Процессуально-организационный* элемент определяет набор педагогических средств, форм и методов, используемых для эффективного формирования математической компетентности будущего работника здравоохранения. Они выбираются в соответствии с оптимальным способом достижения требуемого результата математической подготовки, представленным в форме компетенций, закреплённых в ФГОС.
5. *Результативный* элемент предполагает определение объективной оценки уровня сформированности математической компетентности будущего медицинского работника и своевременное совершенствование результата. Таким образом, рассматриваемый элемент выполняет одновременно функции диагностики и коррекции, а роль преподавателя, в отличие от традиционного подхода, заключается не только в передаче знаний и опыта, но и в обеспечении помощи в формировании и раскрытии личностных особенностей и индивидуальных качеств студента как будущего врача.

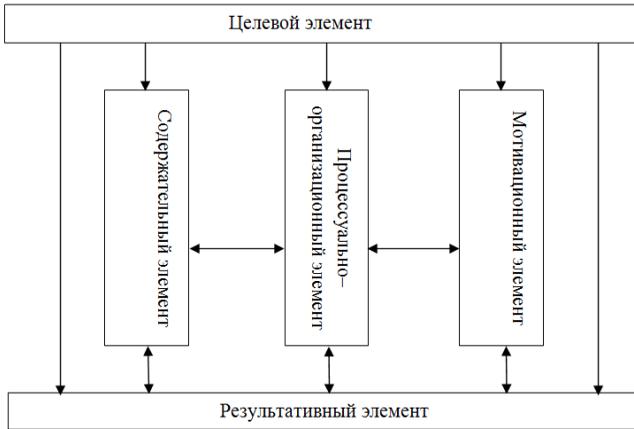


Рис. 1. Методическая модель формирования математической компетентности медицинского работника

Уровни освоения математической компетентности студента медицинского университета определим в соответствии с выделенными компонентами математической компетентности будущего работника здравоохранения и уровнями освоения знаний:

1. Уровень исполнителя. Предполагает наличие умения действовать по образцу, использовать полученные знания в знакомых ситуациях, решать задачи известных типов с использованием конкретных алгоритмов. То есть в данном случае обучающийся научается основным, часто встречающимся типам задач и алгоритмам их решения. Однако при возникновении новых, ранее неизвестных задач субъект не в состоянии решить их самостоятельно – требуется серьёзная помощь преподавателя.
2. Уровень «знающего о незнании». При встрече с новым типом задач студент в состоянии самостоятельно выделить и сформулировать проблему, требуется минимальная поддержка преподавателя для осуществления поиска дополнительной информации, необходимой для решения проблемы, а также обучающийся с помощью педагога может построить план решения и осуществить решение задачи в соответствии с планом.

Выделение данного и последующего уровней связано с основными положениями компетентностного подхода в образовании, а именно смещение акцента с приобретения набора знаний на развитие способности самостоятельно разрешать проблемные ситуации. Важнейшей задачей образования в рамках компетентностного подхода является принятие учащимся собственного незнания и осознание необходимости приобретения нового знания для последующего использования на практике и в профессиональной деятельности. Знания устаревают и забываются, поэтому главной це-

лью современного образования становится формирование способности и умения учиться новому самостоятельно.

3. Уровень творческой самостоятельности. Студент, достигший данного уровня математической компетентности в состоянии, не только распознать новый тип задач, но и самостоятельно найти дополнительную информацию, необходимую для решения возникшей проблемы, составить алгоритм решения и решить задачу.

Для ученых и преподавателей математических дисциплин актуален вопрос поиска эффективных способов формирования математической компетентности студентов-будущих специалистов. В связи с реализацией главной задачи компетентностного подхода в образовании – научить учащегося учиться, большое внимание исследователями уделяется самостоятельной и творческой работе обучающихся. Способствует развитию творческого потенциала студентов использование технологий наглядного моделирования и фундирование опыта личности в процессе обучения.

В.Д. Шадриков и Е.И. Смирнов вводят следующее определение спирали фундирования – это целостный интегрирующий механизм реализации преемственности содержания школьного и вузовского образования и становления качеств личности от школьных характеристик до профессиональных компетентностей будущего специалиста на основе поэтапного развёртывания существенных связей в направлении теоретического (эмпирического) обобщения [6 : 307]. Разберём развёртывание спирали фундирования при изучении математики студентами медицинского вуза на примере понятия производная функции (рис. 2).

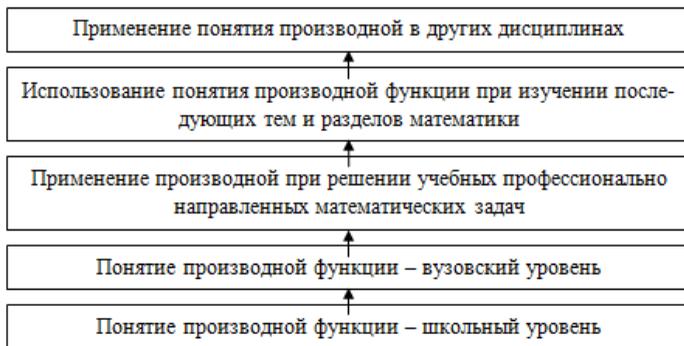


Рис. 2. Фундирование школьного знания на примере темы «Производная функции»

Первый этап: Основываясь на школьных знаниях обучающихся, разбирается задача (или несколько задач), приводящая к понятию производной функции из области медицины или других смежных наук – это может быть задача о скорости роста популяции, о скорости химической реакции, о теплоёмкости тела и др.

Второй этап: Формулируется строгое определение производной функции одной переменной (определение производной функции в точке, на промежутке), т.е. базовое понятие, далее строится алгоритм нахождения производной функции по определению, формулируются правила дифференцирования.

Третий этап: Рассматривается физический смысл производной функции одной переменной, приводятся учебные примеры использования изучаемого понятия при решении практических задач.

Четвёртый этап: Данный этап характеризуется применением понятия производной функции при изучении последующих тем и разделов математики. Например, студенты используют понятие производной при изучении дифференциала функции одной переменной, также обучающиеся знакомятся с понятием частной производной функции многих переменных, вводится понятие градиента, разбираются практические задачи и т.д.

Пятый этап: Использование понятия производной в процессе изучения других дисциплин (общеобразовательных и специальных), т.е. для продолжения образования.

Формированию математической компетентности студентов-медиков способствует реализация в практике обучения математике профессионально направленного подхода. Этот подход получил широкое распространение среди преподавателей математики. Он основан на активном применении в учебном процессе математических профессионально направленных задач [7]. В качестве примера, рассмотрим учебную задачу по теме корреляционный анализ, имеющую медицинскую направленность:

Задача: У пациентов некоторой больницы, имеющих диагноз острая очаговая пневмония, фиксировались температура тела и частота пульса (Табл. 1). Определите характер и силу связи между температурой тела и частотой пульса пациентов с диагнозом острая очаговая пневмония. Оцените полученные результаты, сделайте выводы.

Таблица 1.

**Температура тела и частота пульса пациентов
с диагнозом острая очаговая пневмония**

Код пациента	Температура тела	Частота пульса
1.	37,5	81
2.	38,2	85
3.	37,6	82
4.	38,1	84
5.	37,9	83
6.	37,1	76
7.	37,8	82
8.	37,3	78
9.	38,0	81
10.	37,4	80

Поиск решения задачи студенты-медики осуществляют по алгоритму, представленному в учебно-методическом пособии и разобранном на занятии совместно с преподавателем. Прокомментируем основные этапы решения.

Решение:

1) Вначале студенты строят корреляционное поле точек (см. рис. 3), для того чтобы наглядно оценить корреляционную связь между исследуемыми медико-биологическими параметрами и сделать на основании этого предположения.

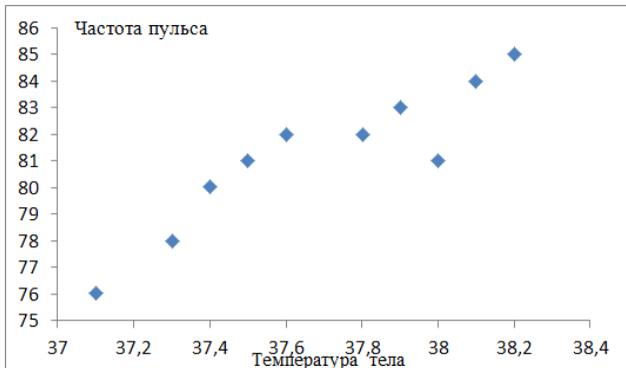


Рис. 3. Корреляционное поле зависимости частоты пульса от температуры тела пациентов с диагнозом острая очаговая пневмония

Корреляционное поле, построенное по данным рассматриваемой задачи, представлено на рис. 3. Из него видно, что корреляционная зависимость близка к линейной и что она положительна, т.е. с возрастанием значений температуры тела возрастают в среднем и значения частоты пульса.

2) На втором этапе решения студенты составляют расчётную таблицу (см. табл. 2), которая позволяет упростить процесс вычисления необходимых параметров.

С помощью этой таблицы студенты рассчитывают выборочные оценки математического ожидания исследуемых признаков, несмещённые оценки выборочных дисперсий и т.д.:

а) выборочные оценки математического ожидания исследуемых признаков:

$$\bar{x}_e = \frac{376,9}{10} = 37,69; \quad \bar{y}_e = \frac{812}{10} = 81,2.$$

б) несмещённые оценки выборочных дисперсий ожидания исследуемых признаков:

$$S_x^2 = \frac{1,209}{9} \approx 0,134; \quad S_y^2 = \frac{65,6}{9} \approx 7,29.$$

в) несмещённые оценки выборочных средних квадратических отклонений исследуемых признаков:

$$S_x = \sqrt{0,134} \approx 0,37; \quad S_y = \sqrt{7,29} \approx 2,7.$$

d) выборочный коэффициент корреляции:

$$\hat{K}_{xy} = \frac{1}{9} (30612,4 - 10 \cdot 37,69 \cdot 81,2) \approx 0,902.$$

Таблица 2.

Расчётная таблица для данных задачи

	Температура тела, x	Частота пульса, y	Произведение, xy	$x - \bar{x}_g$	$y - \bar{y}_g$	$(x - \bar{x}_g)^2$	$(y - \bar{y}_g)^2$
	37,5	81	3037,5	-0,19	-0,2	0,0361	0,04
	38,2	85	3247	0,51	3,8	0,2601	14,44
	37,6	82	3083,2	-0,09	0,8	0,0081	0,64
	38,1	84	3200,4	0,41	2,8	0,1681	7,84
	37,9	83	3145,7	0,21	1,8	0,0441	3,24
	37,1	76	2819,6	-0,59	-5,2	0,3481	27,04
	37,8	82	3099,6	0,11	0,8	0,0121	0,64
	37,3	78	2909,4	-0,39	-3,2	0,1521	10,24
	38	81	3078	0,31	-0,2	0,0961	0,04
	37,4	80	2992	-0,29	-1,2	0,0841	1,44
Сумма	376,9	812	30612,4	-	-	1,209	65,6
Среднее значение	37,69	81,2	-	-	-	-	-

3) На третьем этапе решения студенты вычисляют нормированный выборочный коэффициент корреляции и, на основании полученного результата, делают выводы о характере и силе связи между температурой тела и частотой пульса пациентов с диагнозом острая очаговая пневмония.

В рассматриваемой задаче нормированный выборочный коэффициент корреляции составил: $\hat{\rho}_{xy} = \frac{0,902}{0,37 \cdot 2,7} \approx 0,912$, что говорит о наличии очень тесной прямой связи между исследуемыми признаками в приведённой выборке.

4) Четвёртый этап решения задачи состоит в оценке значимости корреляционной связи между температурой тела и частотой пульса пациентов с диагнозом острая очаговая пневмония в генеральной совокупности.

Для этого используется *t*-критерий Стьюдента. Учащиеся предполагают, что выполнены следующие условия: рассматриваемые переменные *линейно зависимы*, обе являются *случайными величинами* и имеют *нормальное распределение*. После этого студенты выдвигают основную гипотезу (H_0): О случайном характере связи температуры тела и частоты пульса пациентов с диагнозом острая очаговая пневмония в генеральной совокупности, т.е. $\rho = 0$; и альтернативную гипотезу (H_1): О значимом характере

связи между интересующими признаками, т.е. $\rho \neq 0$. Основная гипотеза утверждает, что не существует корреляции между исследуемыми признаками в генеральной совокупности. Альтернативная гипотеза утверждает, что корреляция между признаками в генеральной совокупности значима. Студенты вычисляют эмпирическое значение t -критерия, в нашей задаче он равен: 6,28. Далее из таблицы распределения Стьюдента по заданному уровню значимости (0,05) и числу степеней свободы (8) они находят теоретическое значение t -критерия. Для данных нашей задачи он составил 2,31. После этого студенты сравнивают эмпирическое и теоретическое значения t -критерия и делают выводы о принятии или отклонении нулевой гипотезы. В рассматриваемой задаче $|t_{эм}| > t_{теор}$, следовательно, гипотеза H_0 отклоняется, и студенты делают вывод о том, что коэффициент корреляции исследуемых признаков в генеральной совокупности значимо отличается от нуля и такие параметры как температура тела и частота пульса пациентов с диагнозом острая очаговая пневмония зависимы.

Решение этой и подобных задач позволяет на практике показать студентам-медикам значимость математических методов в медицинских исследованиях.

Таким образом, использование на занятиях по математике в медицинском вузе профессионально направленных задач, технологий наглядного моделирования и фундирование опыта личности положительно влияет на формирование математической компетентности студентов-медиков.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боциева Н.И., Боциев Н.И. Преподавание физики и математики в условиях модернизации медицинского образования // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова – Кострома: КГУ. 2012. №1(18). С. 121–125.
2. Горбузова М.С., Коробкова С.А., Соловьёва В.В. Теоретические основы организации обучения физике, математике и информатике в медицинских вузах // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. (URL:<http://www.science-education.ru/120-16397> 13.12.2015 (дата последнего посещения)).
3. Ланина Л.В. Методика обучения студентов медицинских вузов математическим основам медико-биологических знаний: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Орёл. 2013. 23 с.
4. Пичугина П.Г. Методика профессионально ориентированного обучения математике студентов медицинских вузов: дис. ... канд. пед. наук. Н. Новгород. 2004. 142 с.
5. Постникова О.А., Константиновская Н.В. Особенности формирования профессиональной компетентности студентов медицинского вуза в процессе преподавания математики // Сетевое научное издание Новосибирского государственного медицинского университета журнал

