

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 372.851

DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107

ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

В. Я. Гельман¹, Л. А. Ушверидзе², Ю. П. Сердюков³

*Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.*

E-mail: ¹Viktor.Gelman@szgmu.ru; ²Larisa.Ushveridze@szgmu.ru;

³Yurii.Serdjukov@szgmu.ru

Аннотация. Введение. В программах подготовки студентов медицинских специальностей математика является предметом базового образования, т. е. непрофильной дисциплиной. Однако ее изучение крайне важно для будущих врачей, так как в последнее время происходит стремительная математизация области здравоохранения. Появляется множество новых медицинских приборов, техники и высоких технологий, основанных на математическом моделировании, анализе и прогнозировании. Математические методы широко применяются для диагностики, разработок систем жизнеобеспечения и описания различных биологических процессов как на молекулярном уровне, так и на уровне целостного организма, его систем, органов и тканей. Без знания математики невозможно решение многих медицинских задач в областях таксономии, генетики, организации медицинской службы. К сожалению, при всей очевидной значимости математической подготовки для профессии врача ее необходимость слабо осознается не только студентами младших курсов, но и некоторыми преподавателями специализированных кафедр медицинских вузов.

Цель публикации – обсуждение проблем, возникающих при преподавании математики в медицинском университете, и возможных путей их решения.

Методология и методики. Представленная в статье работа основана на моделировании учебного процесса. В ходе исследования использовались методы анализа, обобщения и метод экспертных оценок.

Результаты и научная новизна. Аспекты математической подготовки в медицинском вузе рассмотрены на основе универсальной мультипликативной модели качества обучения. Показано, что основные трудности освоения студентами программ математических дисциплин связаны с такими факторами, как низкий исходный (школьный) уровень математических знаний уча-

щихся, их мотивация к обучению, во многом устаревшие методики преподавания математики и содержание курсов, формирование которого осложняется существующим дисбалансом между объемом учебного материала и временем, предусмотренным для его изучения. Повысить качество обучения, с точки зрения авторов, можно за счет увеличения или перераспределения учебных часов, стимулирования мотивации студентов, совершенствования содержательной и методической компонент преподавания посредством активного привлечения электронных ресурсов и использования информационных технологий. Преподавателям следует избегать излишнего математического формализма и стремиться к формированию у студентов навыков самостоятельной работы с помощью математико-компьютерных методов.

Практическая значимость. Резюмируется, что для повышения качества обучения математике будущих врачей требуется переход от классического преподавания дисциплины к обучению способам технологического применения математических методов в медицинской практике и при самостоятельном проведении медицинских исследований.

Ключевые слова: математика, преподавание, медицинский вуз, моделирование обучения, начальный уровень подготовки, мотивация, объем дисциплины, содержание, методика.

Для цитирования: Гельман В. Я., Ушверидзе Л. А., Сердюков Ю. П. Преподавание математических дисциплин в медицинском вузе // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 2. С. 88–107. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107

TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES AT THE MEDICAL UNIVERSITY

V. Ya. Gelman¹, L. A. Ushveridze², Yu. P. Serdyukov³

North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov,
Saint-Petersburg, Russia.

E-mail: ¹Viktor.Gelman@szgmu.ru; ²Larisa.Ushveridze@szgmu.ru;
³Yurii.Serdyukov@szgmu.ru

Abstract. Introduction. In programs of training of students of medical specialties, Mathematics is a subject of basic education, i.e. non-core discipline. However, studying Mathematics is extremely important for future physicians, as recently there has been an impetuous development of mathematization in the field of health care. Today, a set of the new medical devices, the equipment and high technologies are being developed based on the mathematical modeling, analysis and forecasting. Mathematical methods are widely applied to diagnostics, development of life-support systems and the description of various biological processes both at the molecular level,

and at the level of a whole organism, its systems, bodies and tissues. The solution of many medical tasks in the field of taxonomy, genetics, and organization of medical service is impossible without knowledge of mathematics. Unfortunately, along with the evident importance of mathematical preparation for a medical profession, its need is poorly realized not only by junior students, but even by some teachers of specialized departments of medical schools.

The aim of the publication is to discuss the problems that arise in the teaching of mathematical disciplines to students at a medical school and to suggest possible solutions to these problems.

Methodology and research methods. The study is based on the use of modeling of the educational process. The methods of analysis, generalization and the method of expert assessments were applied in the course of the research.

Results and scientific novelty. The aspects of mathematical preparation at the university are considered on the basis of the application of the multiplicative model of training quality. It is shown that the main students' learning difficulties in Mathematics are connected with the following factors: the initial level of mathematical preparation of students and their motivation; outdated methods of Mathematics teaching and academic content designing which is being complicated by existing imbalance between the amount of training material and time frame for its studying. The authors suppose that it is possible to improve the quality of education through the increase or redistribution of the number of teaching hours; stimulation students' motivation; enhancement of content and methodical components of teaching by means of active use of electronic resources and information technologies. Teachers should aspire to avoid excessive mathematical formalism as well to form in students the skills of independent work through the use of mathematical and computer methods.

Practical significance. The authors come to the conclusion that the transition from traditional teaching to the teaching through the technological application of mathematical methods in medical practice and independent conduction of medical research is required for improvement the quality of Mathematics teaching of future physicians.

Keywords: Mathematics, teaching, medical school, modeling of teaching, initial level of preparation, motivation, scope of discipline, content, methodology.

For citation: Gelman V. Ya., Ushveridze L. A., Serdyukov Yu. P. Teaching mathematical disciplines at the medical university. *The Education and Science Journal*. 2018; 2 (20): 88–107. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-88-107

Введение

Преподавание математики в медицинских вузах не имеет длительной истории, поэтому роль и место этой дисциплины в подготовке буду-

Образование и наука. Том 20, № 2. 2018 / The Education and Science Journal. Vol. 20, № 2. 2018

щих врачей, а также способы подачи материала студентам, обучающимся на медицинских специальностях, окончательно не установились. В последнее время в данной сфере наблюдаются значительные изменения, обусловленные как реформами в области образования, так и повышением доступности учебной информации. В связи с этими изменениями проблемы преподавания в медицинском вузе математики, как и других естественнонаучных дисциплин, становятся особенно актуальными [1–3].

Профилирующими в медицинских образовательных учреждениях являются медицинские и клинические дисциплины, тогда как теоретические предметы, в том числе математика, играют второстепенную роль как предметы базового высшего образования. При этом не учитывается стремительная математизация здравоохранения, в ходе которой вводятся новые технологии и методы, основанные на математических достижениях в области медицины.

В сферах медицины и здравоохранения с помощью математических методов изучаются процессы, происходящие на уровне целостного организма, его систем, органов и тканей (в норме и при патологии); заболевания и способы их лечения; популяционные и организационные аспекты поведения сложных систем; биологические процессы молекулярного уровня. Использование математических методов позволяет внедрить в деятельность врача элементы математического моделирования явлений медицинской практики с целью их анализа и прогнозирования. Математика дает возможность описания изучаемых явлений в динамике, обработки статистических данных в ходе наблюдения и выявления связей между характеристиками этих явлений, служит основой для моделирования физических, химических, биологических процессов.

К сожалению, при всей очевидной необходимости значимость освоения математики, математической статистики для профессии врача недостаточно осознается студентами младших курсов, а нередко и преподавателями профилирующих дисциплин. Более того, время от времени возникают дискуссии: нужно ли изучать математику в медицинском вузе (обязательность включения которой в программы закреплена федеральным государственным образовательным стандартом) и насколько глубоко следует развивать полученные в школе знания по данному предмету?

Мы полагаем, что изучение математики в медицинских образовательных учреждениях является необходимым и оправданным и способствует достижению нескольких целей:

- 1) формированию основы для усвоения профессиональных знаний;
- 2) выработке навыков решения практических задач в сфере медицины и здравоохранения;

- 3) формированию современного естественнонаучного мировоззрения;
- 4) развитию абстрактного мышления и формированию культуры логического анализа;
- 5) развитию способности к непрерывному обучению.

Первые две цели отражают практический и прикладной характер математики. Действительно, эта наука позволяет получить знания и компетенции, необходимые для восприятия других дисциплин, как базовых, так и профильных. В данном случае уместно вспомнить известное высказывание И. Канта о том, что в каждой естественной науке столько истины, сколько в ней математики.

Кроме того, специалисту-нематематику наиболее важен практический аспект рассматриваемой науки, возможность использования ее как технологии, позволяющей провести необходимые вычисления. Соответственно, для врача математика – это, в первую очередь, набор методов решения практических задач. Любому специалисту, в частности работающему в сфере здравоохранения, в ходе практической деятельности приходится совершать операции с имеющимися данными, выполняемые согласно математическим законам. Поэтому студенты должны научиться ставить математические задачи в медицинской сфере и понимать, какие инструменты и каким образом нужно применить для решения этих задач.

Роль математики в достижении философской цели формирования мировоззрения также достаточно очевидна: математика, как и другие научные дисциплины, вносит свой вклад в создание совокупности (системы) устойчивых взглядов, принципов, оценок и убеждений, определяющих отношение к окружающей действительности и характеризующих видение мира в целом и место человека в этом мире. В частности, математика помогает отличать верные высказывания от неверных, доказанные от недоказанных, правдоподобные от неправдоподобных, вследствие чего служит мерилом корректности исследований. Таким образом, одной из причин включения математики в общетеоретическую подготовку студента-медика является стремление обеспечить научно-мировоззренческую базу, способствующую общему развитию личности.

Следующей целью освоения математики является развитие мышления, и, поскольку образование предполагает способность не только транслировать приобретенные знания, но и получать новые, математика относится к самым необходимым дисциплинам учебного процесса. В данном случае математика выступает не только как метод расчета, но и как метод мышления, как язык, как средство формулирования и организации

понятий. Любые способы получения новых знаний (например, в ходе диагностики) основаны на логическом мышлении, а изучение рассматриваемой науки способствует его формированию: дает возможность развивать, тренировать и структурировать абстрактное мышление. Методы, средства и формы обучения математике позволяют вырабатывать такие профессиональные качества, как рациональность, системность, самостоятельность мышления, умение воспринимать и критически оценивать большое количество информации, способность к прогнозированию, сравнению и интерпретации данных, умение анализировать, принимать решения в нестандартных ситуациях, выявлять причинно-следственные отношения [4]. Математика играет важную роль в формировании профессионального мышления будущего врача.

Наконец, последняя обозначенная выше цель связана с современной концепцией непрерывного образования в течение всей жизни (*life long learning*), согласно которой вуз является не вершиной образовательной пирамиды, а промежуточным (пусть и очень важным) звеном в системе. При этом одной из основных целей образования становится обучение человека ориентации в потоке обновляющейся информации и саморазвитию. Как показывает практика, люди, освоившие математику в достаточном для своей профессии объеме, способны воспринимать информацию и приобретать новые навыки значительно быстрее, чем те, кто по тем или иным причинам не получил должной математической подготовки. Математические знания являются фундаментом постоянного интеллектуального развития, обеспечивают возможность формирования у будущих специалистов готовности к освоению новых медицинских методик и технологий.

Представленные соображения в целом согласуются с требованиями государственных стандартов и действующих программ обучения в медицинских вузах, предусматривающих в качестве основной задачи изучения дисциплины «Математика» формирование у студентов математических знаний и навыков, необходимых для решения профессиональных задач. Профессиональная подготовленность специалиста предполагает умение решать данные задачи путем применения математических методов: использовать методики сбора и медико-статистического анализа для оценки информации о показателях здоровья населения, оценивать качество медицинской помощи с учетом основных медико-статистических показателей, производить расчеты по результатам эксперимента, осуществлять элемен-

тарную статистическую обработку экспериментальных данных¹. Таким образом, от результатов математической подготовки врачей в определенной степени зависит уровень их профессиональной компетентности.

Подводя итоги, можно констатировать, что профессиональная направленность математической подготовки в медицинских образовательных учреждениях должна обеспечивать повышение уровня математической компетентности; осознание ценности математики для будущей профессиональной деятельности, развитие профессионально значимых качеств и приемов умственной деятельности; освоение математического аппарата, позволяющего формулировать, моделировать, анализировать и решать не очень сложные математические задачи, имеющие место в медицинской науке и практике; формирование потребности в совершенствовании знаний в области математики и ее приложений.

Однако в последние годы отмечается отрицательное отношение студентов младших курсов к занятиям по математике, обусловленное непониманием значимости дисциплины для профессии. В связи с этим обстоятельством, а также с происходящими реформами в сфере образования возникает необходимость переосмысления и корректировки концептуальных основ методологии преподавания математики в медицинском вузе.

Авторами данной статьи было проведено исследование по выявлению проблем, возникающих в ходе преподавания математики студентам-медикам, анализу этих проблем и поиску возможных путей их решения, позволяющих повысить эффективность преподавания.

Материалы и методы исследования

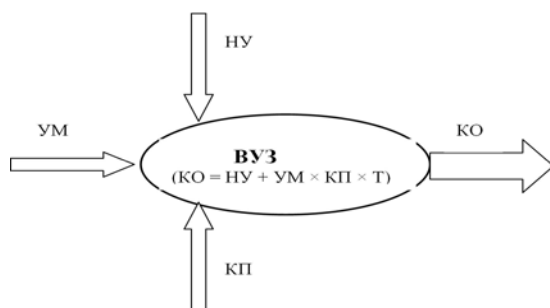
Основой исследования стал анализ публикаций по вопросам преподавания математики в вузе, моделирования соответствующего процесса обучения, экспертного оценивания и обобщения практического опыта, позволивший выявить основные тенденции и проблемы преподавания математических дисциплин.

¹ Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 31.05.01 Лечебное дело (уровень специалитета), утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 9 февраля 2016 г. № 95 // Минобрнауки РФ: Официальный сайт [Электрон. ресурс] Режим доступа: http://xn-80abucjiibhv9a.xn-p1ai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/8076/%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB/7378/Prikaz_%E2%84%96_95_ot_09.02.2016.pdf (дата обращения: 06.11.2017).

Результаты исследования и их обсуждение

С прагматической точки зрения обучение в вузе должно, с одной стороны, давать фундаментальные знания и умения, а с другой – формировать компетенции узкопрофессиональной специализации. Соотношение теоретического материала и развития сугубо практических навыков является предметом длительной дискуссии. Еще сравнительно недавно в отечественном образовании, в частности в преподавании математики, приоритет отдавался научно-теоретическому подходу. Но в последнее время с учетом востребованности в обществе узкого профессионализма фиксируются тенденции перехода в другую крайность – от излишней теоретизации к чрезмерной прагматизации. Вместе с тем оптимальным для учебного процесса представляется сочетание теоретического лекционного курса с практическими занятиями, ориентированными на применение математических методов.

Качество обучения (КО) любой учебной дисциплине, в том числе математике, напрямую зависит от следующих факторов: начального уровня подготовки обучаемых (НУ), их уровня мотивации (УМ), качества преподавания (КП), а именно методического, содержательного уровня преподавания и качества контроля обучения, и времени обучения (Т) (рисунок) [5]. Рассмотрим эти факторы подробнее.



Мультипликативная модель качества обучения
Multiplicative model of training quality

Начальный уровень подготовки. Общеизвестно, что студенты, поступающие в медицинский вуз, не относят математику к числу предпочитаемых дисциплин. Действительно, средний балл ЕГЭ по математике абитуриентов, поступивших в СЗГМУ¹ в 2017 г., был относительно низким (более половины поступивших сдавали только базовый уровень ЕГЭ по математике, а среди сдававших основной экзамен средний балл составил

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет.

около 60). В аналогичных вузах средний балл был примерно таким же. Такие стартовые условия создают определенные трудности в преподавании математики в медицинском вузе.

Очевидный путь повышения начального уровня математической подготовки за счет ужесточения требований к абитуриентам малоперспективен. Поэтому определенные надежды могут быть связаны с повышением качества преподавания математики в школе, а также с сокращением тематического дублирования учебного материала в школе и вузе (в настоящее время преподаваемые в школе элементы высшей математики в определенной мере повторяются в вузовском учебном процессе).

Однако в ближайшей перспективе возможности улучшения начальной математической подготовки студентов отсутствуют, поэтому преподавание в медицинском вузе должно осуществляться с учетом существующего уровня их знаний.

Мотивация к обучению. Как показывает опыт, качественное усвоение студентами материала курса математики и статистики возможно только при высокой внутренней мотивации. Однако в настоящее время наблюдается общее снижение интереса студентов к учебе. Во многом это связано с расширением охвата выпускников школ высшим образованием (в вузы из них поступают до 90%), снижением требований к обучению, а также рядом других причин. По словам советника президента по вопросам образования А. Фурсенко¹, в России реально учится 15–20% студенческого сообщества, тогда как достаточно большое количество студентов, способных учиться, не хотят этого делать и ориентированы только на получение оценок. Наш опыт также подтверждает данные наблюдения. Изменить сложившуюся ситуацию может повышение мотивированности и создание необходимых учебных условий.

Одним из факторов низкой мотивации к изучению математических дисциплин является то, что студенты младших курсов не способны во всей полноте осознать важность получаемых знаний для будущей практической деятельности врача.

Это в полной мере относится и к освоению медицинской статистики. Недооценка роли этого предмета студентами имеет две причины. Первая связана с отсутствием представления о применении математической статистики в медицине и соответственно отсутствием заинтересованности. Вторая причина состоит в том, что имеющаяся учебная литература по математике и статистике, как правило, не содержит задач биологическо-

¹ Образование и модернизация. Интервью А. Фурсенко в передаче «Большой дозор» на радио «Эхо Москвы» 01.01.2010. <http://www.echo.msk.ru/programs/dozor/645214-echo/> (дата обращения: 06.11.2017).

го, физиологического, медицинского содержания, формирующих мотивацию к изучению предмета (преобладают задачи, традиционно связанные с бросанием монет или распределением роста школьников) [1, 2]. В связи с этим уровень знаний студентов младших курсов в отношении статистических методов и их адекватного применения остается низким.

Как показывает опыт, мотивация к изучению математических дисциплин должна опираться на демонстрацию использования математических методов в решении задач, приближенных к медицинским исследованиям и врачебной практике [6]. Это позволит студентам воспринимать преподаваемые законы и теории не как нечто абстрактное, не связанное с будущей деятельностью, а как инструмент профессионального развития.

Повышение мотивации может быть также достигнуто путем интерактивного подхода, т. е. диалога, в котором обеспечивается равноправное сотрудничество студентов и преподавателя, когда студент является полноценным собеседником и участником процесса обучения, его субъектом.

Другими возможными путями развития мотивации студентов представляется повышение требовательности к ним, включающее поощрение хорошо успевающих и наказание отстающих. Целесообразно осуществлять регулярное рейтинговое студентов (желательно с материальным стимулированием наиболее успешных) и предоставление возможностей получения «автоматического» зачета или экзамена в случаях выполнения четко сформулированных требований.

Наконец, необходимо общее изменение психологической атмосферы в вузе и создание таких условий, когда тон будут задавать те самые 15–20% стремящихся учиться студентов.

Содержательный аспект преподавания. Несмотря на все происшедшие за последние десятилетия реформы образования, его цели и способы их достижения в обучении математике остаются неизменными. Как правило, это традиционное классическое математическое образование, объем которого меняется в зависимости от специальности. И если для обучения математиков это, по-видимому, оправдано, то при подготовке других специалистов, особенно в области медицины, возникают определенные проблемы.

Обычно в медицинском вузе в курсе физики дается понятие о дифференциальном и интегральном исчислении и теории вероятностей, а в курсе информатики преподается медицинская статистика. Методы математической статистики являются ведущими математическими методами для медицинских наук. Эти методы предназначены для выявления закономерностей, свойственных биомедицинским объектам, поиска сходства и различий между отдельными группами объектов, оценки влияния на них разнообразных внешних факторов и т. п. На основе методов матема-

тической статистики устанавливаются свойства биомедицинских объектов, делаются практические выводы и даются рекомендации.

Объем преподаваемой дисциплины. Федеральный государственный образовательный стандарт предполагает средний уровень подготовки и хорошую степень мотивации студентов, что не всегда соответствует действительности. Эта проблема усугубляется определенными ограничениями, которые связаны с нормативами и объемом учебных часов. Поскольку курс математики в медицинском вузе не относится к дисциплинам профессионального цикла, количество отводимых на него учебных часов достаточно невелико.

Объем математического курса разнится от вуза к вузу и от одного направления подготовки к другому. Как правило, в медицинском вузе математика читается как раздел курса физики. Например, в СЗГМУ объем соответствующих занятий составляет 12 учебных часов (2 лекции, 6 часов практических занятий и зачет в виде теста). В СПбГПМУ¹ в курсе физики даются понятия теории вероятностей и статистики (6 часов лекций и 16 часов практических занятий). В других вузах ситуация аналогичная: например, в СГМУ² для освоения математической статистики студентами первого курса выделяется всего 15 часов [2].

Очевидно, что 12 часов занятий позволяют получить лишь самое поверхностное представление об учебной дисциплине.

Невысокий уровень начальной подготовки при сравнительно большом объеме учебного материала и недостаточном количестве учебных часов приводят к общему отрицательному результату. Студенты, не имея предварительных знаний, не могут двигаться вперед с необходимой скоростью. Поэтому изучаемый материал они воспринимают как догму, которую нужно записать и выучить, а невозможность усвоения знаний способна вызывать неприязнь к предмету на всю жизнь.

Решением возникшей проблемы представляется дополнительное привлечение учебных часов путем преподавания отдельных разделов курса математики в рамках других дисциплин, которые используют математические методы. В этом случае произойдет определенное смещение центра тяжести в преподавании математики с блока общематематических и естественнонаучных предметов в блок общепрофессиональных дисциплин, таких как информатика, с соответствующим перераспределением учебного материала. Конечно, при изучении математики следует исходить из

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.

² Саратовский государственный медицинский университет.

внутренней логики и единства этой науки и крайне нежелательно разделять ее на изолированные разделы. Однако в качестве компромиссной меры, паллиатива в границах возможного и достижимого предлагаемое решение представляется оправданным.

В некоторых вузах применяется именно такой подход. Так, в СЗГМУ математическая статистика дается в четырехсеместровом курсе «Медицинская информатика и статистика» в объеме 144 учебных часа, а в СПбГПМУ – в семестровом курсе «Медицинская информатика» в объеме около 32 учебных часов.

В связи с возникающими проблемами обучения математике представляется актуальным переосмыслить концептуальные основы методологии ее преподавания в медицинском вузе с целью повышения мотивации и познавательного интереса будущих врачей для формирования их профессиональных компетенций [7]. Рассмотрим возможные методические подходы к решению этой задачи.

Во-первых, при недостатке объема преподаваемой дисциплины не избежать определенной корректировки содержания. В данном случае необходимо уделить внимание получению студентами простых и понятных основополагающих представлений без избыточного углубления в частности и сложные специфические вопросы [8].

Во-вторых, следует повышать роль самостоятельной работы студентов в углубленном изучении частных, специальных вопросов на основе полученных на занятиях базовых знаний. При этом меняется вся концепция обучения, целью которого становится необходимость научить студента самостоятельно изучать востребованную его будущей профессией математическую информацию.

В-третьих, недостаток учебных часов можно восполнить путем использования различных форм преподнесения учебного материала и их совершенствования. В данном случае эффективно применение проблемно-ориентированного подхода [9, 10], когда изучаемая дисциплина представляется в виде набора неких проблем, конкретных типовых примеров, а также широкое внедрение инновационных технологий преподавания, таких как дистанционное обучение.

Корректировка содержания курса. Классическое обучение математике имеет целью подготовку профессионалов в данной сфере. Соответственно, при подготовке нематематиков наряду с уменьшением объема учебных часов должны быть скорректированы и цели обучения. Для повышения его эффективности необходимо изменить направление подготовки: с одной стороны, перенести акценты с решения математических задач на способы поста-

новки задач, встречающихся в практической деятельности, а с другой – научить решать эти задачи с использованием компьютера.

Сегодня в большинстве вузов обучение математике означает решение сложных задач. Однако представляется, что это дело профессионалов-математиков, а в медицинском вузе более значимы математическая постановка практических медицинских задач и определение подходов к их решению. Прикладная математика в медицине востребована в решении жизненных ситуаций, когда необходимо перевести суть проблемы на язык формул и найти эффективное решение. Поэтому следует вырабатывать у студентов базовые знания, которые позволят им осуществлять корректную постановку профессиональных задач, и вместо отвлеченных математических примеров использовать содержательные примеры из практики здравоохранения и медицины. Данные примеры должны быть простыми, но позволяющими понять принципы решения обозначенных в них проблем.

Эффективное изучение рассматриваемой дисциплины предполагает наличие у студентов начального уровня освоения математики [5] и информатики [11] в объеме полноценных школьных курсов. Однако, поскольку предварительная подготовка студентов недостаточна, в ходе преподавания математики следует избегать неоправданно высокого математического формализма, затрудняющего восприятие сути даже таких простых понятий, как ряды распределения и их числовые характеристики. При изложении материала необходимо акцентировать содержательно-смысловую часть. Описание вычислительных процедур должно быть минимальным, исключая строгие формальные определения и доказательства.

Содержание преподаваемого курса должно ориентировать студентов на обретение базовых теоретических знаний, позволяющих осуществлять корректную постановку медицинских прикладных задач, а также на освоение практических навыков работы с программными продуктами.

Практические задания должны быть направлены не на заучивание последовательности действий, а на выработку навыков получения требуемых результатов с использованием доступных материалов (учебников, методических пособий, интернет-ресурсов).

В то же время необходимо уделять внимание и способам корректного применения математических методов, пониманию условий и границ их использования.

В методики обучения естественнонаучным дисциплинам в медицинских вузах все активнее внедряются компьютерные технологии [12]. Данное обстоятельство определяется изменением способов практических расчетов [13]. Математическая теория изменяется сравнительно медлен-

но, однако технология применения математических методов претерпела существенные трансформации. Буквально за последние десятилетия пройден путь от расчетов в уме, на бумаге и счетах, с помощью арифмометров и калькуляторов – к вычислениям на компьютере. В настоящее время специалист, хорошо знающий математику, но не умеющий применять математические методы, работая на компьютерной технике, не может считаться профессионалом современного уровня.

Поэтому курс математики должен включать последовательное систематическое изложение современных прикладных математических методов, основанных на использовании компьютера [13]. В практические занятия следует внедрить новые методы и формы обучения на основе современных информационных технологий.

Изменение способов проведения расчетов меняет акценты в математической подготовке специалиста. Если раньше основное внимание было сосредоточено на математических методах, которые предусматривали выполнение расчетов вручную, то теперь, с появлением специализированных математических программ, необходимо научиться проводить требуемые вычисления на их основе.

Для решения задач посредством компьютерных технологий чаще всего применяется прямолинейный подход, опирающийся на самые общие методы. Снижается значение частных случаев, различных свойств описываемых математических объектов, что существенно облегчает расчеты. Вместе с тем продолжающееся практиковаться традиционное преподавание классической математики все еще в значительной мере ориентировано на работу с карандашом и бумагой.

Компьютерный математический анализ данных предполагает их математическое преобразование с помощью определенных программных средств. Следовательно, студенту-медику необходимо иметь представление как о математических методах обработки данных, так и о соответствующих программных средствах.

Существует множество специализированных математических пакетов, таких как MatLab, Math, Mathematica, Maple и т. д. Все они охватывают основные разделы математики и позволяют производить подавляющее большинство необходимых для специалиста-нематематика математических расчетов. Однако самостоятельное освоение этих пакетов – достаточно трудоемкая задача. В курс информатики медицинских вузов включено изучение электронных таблиц Excel, поэтому представляется оправданным обучать студентов применению математических методов на базе соответствующего пакета [13–15]. Несмотря на то, что Excel значительно уступает специализи-

рованным математическим программам, с его помощью может быть решено большое количество математических задач, касающихся профессиональной сферы медицины и здравоохранения.

Организация самостоятельной работы студентов. В задачи подготовки студентов к самостоятельной деятельности входит их обучение работе с книгой и поиску требуемой информации, в том числе с привлечением информационных технологий и интернет-ресурсов.

Для организации самостоятельной работы необходимо обеспечить студентов соответствующим раздаточным материалом и учебными пособиями, наличие которых позволит сэкономить время занятий, затрачиваемое на конспектирование учебного материала.

В настоящее время при обучении математике в медицинских вузах используются в основном учебники физики, включающие основы высшей математики (например, [17, 18]). Однако, будучи хорошими учебниками по медицинской физике, в части математической подготовки они не вполне соответствуют современной образовательной специфике медицинского вуза. Применяемое в ходе обучения студентов-медиков учебное пособие по математике В. В. Колесова [19], по сути, является задачником, причем не ориентированным на дальнейшее использование компьютера, поэтому представляется необходимым создание специального учебника математики для медицинских вузов.

Учебники, в которых описывается применение программных средств в математике и статистике, должны содержать подробные инструкции, облегчающие освоение студентами данных средств [12, 13].

Овладение студентами технологией самостоятельной работы с математическими методами должно обеспечиваться путем сочетания разнообразных форм обучения.

Так, умение применять полученные знания на практике формируется, когда лекционный материал разбирается и отрабатывается на практических занятиях в компьютерных классах, где каждому студенту дается возможность выполнения упражнений, которые формируют навыки для последующей самостоятельной работы.

Важное место в процессе обучения математике занимает *контроль успеваемости* – как текущий, так и итоговый. В условиях недостаточного количества аудиторных учебных часов функции данного контроля следует существенно расширить, сместив в нем акценты с оценочной функции на обучающую.

Текущий контроль должен способствовать развитию понимания дисциплины, способности находить и анализировать информацию, вести

дискуссию и отстаивать свою точку зрения, понимать цель проведенных расчетов и интерпретировать полученные результаты. При выявлении допущенных ошибок необходимо побуждать студентов к самостоятельному их исправлению.

Итоговый контроль также должен рассматриваться как элемент процесса обучения, предусматривающий оценку умения достигать требуемого результата путем поиска необходимой информации. Поэтому при проверке знаний целесообразно давать возможность пользоваться справочной литературой и Интернетом. Важным моментом такого подхода является то, что студент дополнительно изучает неясные вопросы учебной дисциплины в условиях повышенной мотивации.

При выведении заключительной оценки результатов обучения в обязательном порядке должны учитываться показатели этапов предшествующего текущего контроля.

Еще одним фактором повышения эффективности обучения математике является совершенствование методов ее преподавания, способствующих созданию среды, облегчающей восприятие учебного материала и самостоятельную работу студентов. Например, электронные версии лекционных курсов должны быть доступны студентам (храниться в электронной библиотеке вуза и/или размещаться на его интернет-сайтах). Преподаватели должны владеть как общей методикой обучения математике, так и частной методикой ее преподавания в медицинском вузе.

Как известно, благоприятная психологическая и эмоциональная атмосфера стимулирует желание учиться [16], способствует раскрепощению мышления, повышению его активности и самостоятельности. Создание такой обстановки может достигаться снижением цены ошибок студентов (которые в математике так легко допустить!) и предоставлением возможности их исправления без каких-либо последствий, например путем неоднократных изменений ответа. Чтобы ошибки запоминались, некоторые меры порицания должны применяться, но при этом они не должны снижать у студентов мотивации обучения.

Заключение

Таким образом, решение имеющихся проблем преподавания математики в медицинском вузе в определенной мере зависит от внешних по отношению к вузу факторов.

Внутри образовательного учреждения качество обучения можно повысить преимущественно за счет увеличения (перераспределения) объема

учебных часов, повышения качества преподавания и усиления мотивации студентов.

Основными направлениями улучшения математической подготовки студентов медицинских вузов являются:

- 1) переход от классического преподавания математики к обучению способам технологического применения математических методов в медицинской практике и медицинских научных исследованиях;
- 2) освоение математических методов путем использования компьютеров;
- 3) широкое применение в учебном процессе электронных таблиц программы Excel;
- 4) решение проблем преподавания прикладной математики, связанных с недостаточным количеством учебных часов и низким начальным уровнем математической подготовки студентов, которое предусматривает
 - корректировку содержательного и методического уровня преподавания;
 - ориентацию на увеличение самостоятельной работы студентов, которой будет способствовать исключение излишнего математического формализма и формирование базы знаний и навыков для самостоятельного изучения необходимых математико-компьютерных методов.

Список использованных источников

1. Драчук Л. А., Шамаева Т. Н. Содействие формированию профессиональных компетенций у студентов медицинского вуза в процессе преподавания естественно-научных дисциплин // Педиатрический вестник Южного Урала. 2015. № 2. С. 28–34.
2. Щербакова И. В. Совершенствование обучения физике и математике студентов медицинских вузов // Наука и образование: современные тренды: коллективная монография / ред. О. Н. Широков. Чебоксары: Интерактив плюс, 2014. Вып. 6. С. 288–296.
3. Гельман В. Я. Преподавание естественнонаучных дисциплин в нетехнических вузах. Saarbrücken, Germany: Lambert Academic Publishing, 2014. 88 p.
4. Саранцев Г. И. Методология методики обучения математике. Саранск: Красный октябрь, 2001. 144 с.
5. Гельман В. Я. Проблемы преподавания математики в туристском вузе // Вестник НАТ. 2010. № 3 (15) С. 61–64.
6. Miles S. et al. Statistics teaching in medical school: Opinions of practising doctors // BMC Medical Education. 2010. № 10. P. 1–8.
7. Гельман В. Я., Хмельницкая Н. М. Компетентностный подход в преподавании фундаментальных дисциплин в медицинском вузе // Образование и наука. 2016. № 4. С. 33–46. DOI:10.17853/1994-5639-2016-4-33-46.

8. Nusbaum N. J. Perspectives: Mathematics Preparation for Medical School: Do All Premedical Students Need Calculus? // *Teaching and Learning in Medicine*. 2006. V. 18. № 2. P. 165–168.
9. Van Gog T., Paas F., Van Merriënboer J. J. G. Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance // *Learning and Instruction*. 2006. V. 16. P. 154–164.
10. Padmavathy R. D., Mareesh K. Effectiveness of Problem Based Learning in Mathematics // *International Multidisciplinary e-Journal*. 2013. V. II. № 1. P. 45–51.
11. Гельман В. Я., Белов Д. Ю., Ланько С. В., Сердюков Ю. П., Тихомирова А. А. Проблемы преподавания информационных-коммуникационных технологий в медицинском последипломном образовании // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2014. № 1 (50). С. 18–25.
12. Сердюков Ю. П., Гельман В. Я., Ланько С. В. Информационные технологии в преподавании физики в медицинском вузе // *Медицинская физика*. 2017. № 2 (74). С. 74–81.
13. Гельман В. Я. Решение математических задач средствами Excel. Практикум. С.-Петербург: Питер, 2003. 240 с.
14. Гельман В. Я., Тихомирова А. А. Статистический анализ медико-биологических данных в MS Excel: учебно-методическое пособие. С.-Петербург: СПбГПМУ, 2016. 56 с.
15. Гельман В. Я. Преподавание статистических дисциплин в условиях уровневой системы подготовки // *Вестник НАТ*. 2011. № 4 (20). С. 93–96.
16. Гельман В. Я., Дмитриева Е. С. Взаимосвязь эмоционального интеллекта обучаемых с восприятием невербальной информации // *Психология обучения*. 2017. № 11. С. 28–38.
17. Лещенко В. Г., Ильич Г. К. Медицинская и биологическая физика. Москва: Высшая школа, 2012. 552 с.
18. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. Москва: ГЭ-ОТАР-Медиа, 2012. 648 с.
19. Колесов В. В., Романов М. Н. Математика для медицинских вузов: задачи с решениями: учебное пособие. Москва, 2015. 320 с.

References

1. Drachuk L. A., Shamaeva T. N. Assistance in the formation of professional competencies among medical students in the process of teaching science disciplines. *Pediatrichestkij vestnik Juzhnogo Urala = Pediatric Herald of the Southern Urals*. 2015; 2: 28–34. (In Russ.)
2. Scherbakova I. V. Improving the teaching of physics and mathematics for students of medical universities. *Nauka i obrazovanie: sovremennye trendy = Science and education: Modern trends*. Ed. by O. N. Shirokov. Cheboksary: CNS Interactive Plus; 2014. 2014; 6: 288–296. (In Russ.)
3. Gelman V. Ya. Prepodavanie estestvennonauchnyh disciplin v netehnicheskikh vuzah = Teaching of natural sciences in non-technical universities. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing; 2014. 88 p. (In Russ.)

4. Sarantsev G. I. Metodologija metodiki obuchenija matematike = Methodology of teaching mathematics techniques. Saransk: Publishing House Krasnyj oktjabr'; 2001. 144 p. (In Russ.)
5. Gelman V. Ya. The problems of teaching mathematics in a tourist university. *Vestnik Nacional'noj akademii turizma = Vestnik of National Tourism Academy*. 2010; 3 (15): 61–64. (In Russ.)
6. Miles S. et al. Statistics teaching in medical school: Opinions of practising doctors. *BMC Medical Education*. 2010; 10: 1–8.
7. Gelman V. Ya., Khmelnitskaya N. M. Competence-based approach while teaching fundamental science subjects at medical university. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2016; 4: 33–46. DOI: 10.17853/1994–5639–2016–4–33–46 (In Russ.)
8. Nusbaum N. J. Perspectives: Mathematics preparation for medical school: Do all premedical students need calculus? *Teaching and Learning in Medicine*. 2006; 18 (2): 165–168.
9. Van Gog T., Paas F., Van Merriënboer J. J. G. Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction*. 2006; 16: 154–164.
10. Padmavathy R. D., Mareesh K. Effectiveness of problem based learning in Mathematics. *International Multidisciplinary e-Journal*. 2013; V. II, 1: 45–51.
11. Gelman V. Ya., Belov D. Ju., Lan'ko S. V., Serdjukov Ju. P., Tihomirova A. A. The problems of teaching information and communication technologies in medical post-graduate education. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina = Preventive and Clinical Medicine*. 2014; 1 (50): 18–25. (In Russ.)
12. Serdyukov Yu. P., Gelman V. Ya., Lanko S. V. Information technologies in the teaching of Physics in a medical school. *Medicinskaya fizika = Medical Physics*. 2017; 2 (74): 74–81. (In Russ.)
13. Gelman V. Ya. Reshenie matematicheskikh zadach sredstvami Excel = Solving mathematical problems using Excel. St.-Petersburg: Publishing House Piter; 2003. 240 p. (In Russ.)
14. Gelman V. Ya., Tikhomirova A. A. Statisticheskij analiz mediko-biologicheskikh dannyh v MS Excel = Statistical analysis of biomedical data in MS Excel. St.-Petersburg: Saint-Petersburg State Pediatric Medical University; 2016. 56 p. (In Russ.)
15. Gelman V. Ya. Teaching of statistical disciplines in the conditions of the level system of preparation. *Vestnik Nacional'noj akademii turizma = Vestnik of National Tourism Academy*. 2011; 4 (20): 93–96. (In Russ.)
16. Gelman V. Ya., Dmitrieva E. S. Interrelation of emotional intelligence of trainees with perception of nonverbal information. *Psihologiya obucheniya = Psychology of Training*. 2017; 11: 28–38. (In Russ.)
17. Leshchenko V. G., Ilyich G. K. Medicinskaja i biologicheskaja fizika = Medical and Biological Physics. Moscow: Publishing House Vysshaja shkola; 2012. 552 p. (In Russ.)
18. Remizov A. N. Medicinskaja i biologicheskaja fizika = Medical and Biological Physics. Moscow: Publishing House GJeOTAR-Media; 2012. 648 p. (In Russ.)

19. Kolesov V. V., Romanov M. N. Matematika dlja medicinskih vuzov: zadachi s reshenijami = Mathematics for medical universities: Problems with solutions. Moscow; 2015. 320 p. (In Russ.)

Информация об авторах:

Гельман Виктор Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры медицинской информатики и физики Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Viktor.Gelman@szgmu.ru

Ушверидзе Лариса Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры медицинской информатики и физики Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Larisa.Ushveridze@szgmu.ru

Сердюков Юрий Павлович – доктор технических наук, профессор кафедры медицинской информатики и физики Северо-Западного государственного медицинского университета им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Yurii.Serdyukov@szgmu.ru

Вклад соавторов. Авторы внесли равный вклад в подготовку статьи, которая была написана в ходе совместных обсуждений.

Статья поступила в редакцию 12.10.2017; принята в печать 10.01.2018. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Victor Ya. Gelman – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Medical Informatics and Physics, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St.-Petersburg, Russia. E-mail: Viktor.Gelman@szgmu.ru

Larisa A. Ushveridze – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Medical Informatics and Physics, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St.-Petersburg, Russia. E-mail: Larisa.Ushveridze@szgmu.ru

Yuri P. Serdyukov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Medical Informatics and Physics, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St.-Petersburg, Russia. E-mail: Yurii.Serdyukov@szgmu.ru

Contribution of the authors: The authors have made equal contributions to preparation of the present article which was written during joint discussions.

Received 12.10.2017; accepted for publication 10.01.2018.

The authors have read and approved the final manuscript.