

Литвинова Татьяна Николаевна

доктор педагогических наук,
кандидат медицинских наук, профессор,
профессор кафедры фундаментальной
и клинической биохимии
Кубанского государственного
медицинского университета

Панченко Елена Ивановна

аспирант кафедры фундаментальной и клинической
биохимии, преподаватель математики, физики
кафедры нормальной физиологии
Кубанского государственного
медицинского университета

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА КАК НЕОБХОДИМЫЙ КОМПОНЕНТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Аннотация:

В контексте современных требований к интеграции науки и образования, подготовке выпускника вуза, в том числе медицинского профиля, будущий врач должен обладать необходимым уровнем математической компетентности, основы которой закладываются на первом курсе обучения в медицинском университете. Большинство студентов старших курсов и выпускники медицинского вуза испытывают затруднения при использовании математических методов, особенно методов математической статистики, для решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности. Для повышения уровня математической подготовки студентов-медиков авторами разработан вариативный модуль «Математическая статистика» в рамках блока «Математика» объединенного курса «Физика, математика». Этот модуль актуален и нацелен на формирование у будущих врачей общепрофессиональных и профессиональных компетенций, ориентированных на подготовку выпускника медицинского вуза к научно-исследовательской и медицинской деятельности. Также считаем целесообразным ввести элективный курс по математической статистике для студентов 5–6-х курсов медицинского вуза. Опыт изучения математической статистики в рамках дисциплины «Физика, математика», участие в научных кружках и конференциях будут мотивировать студентов к изучению данного раздела, способствовать лучшему усвоению материала, повысят уровень профессиональной компетентности молодых специалистов.

Ключевые слова:

компетенции, научно-исследовательская деятельность, математика, математическая статистика, интегративно-модульный подход, модуль, инвариантное содержание, вариативное содержание, межпредметные связи, студенты медицинского вуза.

Litvinova Tatyana Nikolaevna

D.Phil. in Education Science,
PhD in Medical Science, Professor,
Fundamental and Clinical
Biochemistry Department,
Kuban State Medical University

Panchenko Elena Ivanovna

PhD student, Fundamental
and Clinical Biochemistry Department,
Lecturer in Mathematics, Physics,
Hominal Physiology Department,
Kuban State Medical University

MATHEMATICAL STATISTICS AS A NECESSARY COMPONENT OF PROFESSIONAL TRAINING OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS

Summary:

In the context of the modern requirements to the integration of science and education, training university graduate, including the medical one, a future doctor should have necessary mathematical skills which are to be developed during the first year of study at a medical university. The majority of senior students and graduates of medical high school have difficulties in using mathematical methods, especially the methods of mathematical statistics for solving research problems in their professional activities. To enhance the mathematical training of medical students, the authors designed a variable module in Mathematical Statistics within a mathematical unit of the joint course in Physics, Mathematics. This module is relevant and aimed at the development of future doctors' general professional and professional skills focused on training medical university graduates for research and medical activities. In the authors' opinion, it is reasonable to include an elective course on Mathematical Statistics in the curriculum in the fifth-sixth years of study in medical high school. The study of mathematical statistics within the course in Physics, Mathematics, attendance at science clubs and academic conferences will motivate students to study this unit, help them master a course, and improve their professional competence.

Keywords:

skills, research activities, mathematics, mathematical statistics, integrative modular approach, module, invariant content, variative content, intersubject relations, medical university students.

Подготовка высококвалифицированного специалиста-врача – это основная задача, которая ставится перед работниками системы высшего медицинского образования. Выпускник меди-

цинского вуза согласно ФГОС ВО должен быть готов к различным видам деятельности: медицинской, организационно-управленческой, научно-исследовательской, и обладать для этого общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями [1]. В условиях развития современной науки и непрерывно увеличивающегося объема знаний, информационного потока стоит отметить, что научно-исследовательская деятельность выступает неотъемлемой частью подготовки специалиста-медика, важнейшим компонентом которой является математическая составляющая, и в частности математическая статистика.

Статистика проникла практически во все сферы человеческой деятельности и представляет собой универсальный аппарат для исследования числовых данных. Это наука, которая позволяет увидеть закономерности в хаосе случайных данных, выделить устойчивые связи в них, определить действия с тем, чтобы увеличить долю правильно принятых решений в их общем числе [2, с. 3].

В контексте сказанного важно учитывать природу этих данных, так как каждая специальность, и медицинская в том числе, вносят свою специфику в постановку задачи и интерпретацию результатов.

Изучение математической статистики студентами медицинского вуза важно по разным причинам. Выделим основные.

1. Как и любой раздел математики, она способствует развитию логического мышления, учит студентов анализировать информацию, принимать взвешенные решения, основанные на доказательной базе.

2. Помогает осознать важность использования математических методов в медицине и формирует умение применять их при решении задач профессиональной направленности.

3. Участвует в формировании у студентов общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных компетенций в области как медицинской, организационно-управленческой, так и научно-исследовательской деятельности (таблица 1).

4. Развивает умение изучать медицинскую литературу, содержащую статистические выкладки.

В таблице 1 представлены профессиональные компетенции, для формирования которых необходимо изучение на разных факультетах (лечебном, педиатрическом и стоматологическом) математической статистики [3].

Таблица 1 – Профессиональные компетенции студентов медицинских вузов, формированию которых способствует изучение модуля «Математическая статистика»

Код компетенции	Факультет	Содержание компетенции (или ее части)
<i>Медицинская деятельность</i>		
ПК-4		Способность и готовность к применению социально-гигиенических методик сбора и медико-статистического анализа информации...
	лечебный	...о показателях здоровья населения
	педиатрический	...о показателях здоровья детей
	стоматологический	...о стоматологической заболеваемости
<i>Организационно-управленческая деятельность</i>		
ПК-18		Готовность к участию в оценке качества оказания...
	лечебный	...медицинской помощи с использованием основных медико-статистических показателей
	педиатрический	...медицинской помощи детям с использованием основных медико-статистических показателей
ПК-15	стоматологический	...стоматологической помощи с использованием основных медико-статистических показателей
<i>Научно-исследовательская деятельность</i>		
ПК-20	лечебный	Готовность к анализу и публичному представлению информации на основе доказательной медицины
	педиатрический	
ПК-17	стоматологический	
ПК-21	лечебный	Способность к участию в проведении научных исследований
	педиатрический	
ПК-18	стоматологический	
		Готовность к участию во внедрении новых методов и методик...
ПК-22	лечебный	...направленных на охрану здоровья граждан
	педиатрический	
ПК-19	стоматологический	

Межпредметные связи – один из важнейших принципов обучения в современном образовании, обеспечивающий взаимосвязь естественно-научного, гуманитарного и профессионального циклов. На рисунке 1 представлены междисциплинарные связи математической статистики.



Рисунок 1 – Межпредметные связи математической статистики с дисциплинами, изучаемыми в медицинском вузе

Однако у студентов-медиков возникает ряд затруднений при изучении математики, которые можно объяснить следующими причинами.

1. Большинство студентов при поступлении в медицинский вуз сдают базовый ЕГЭ по математике, недооценивая значимость математической подготовки для будущей медицинской деятельности. Многие разделы математики школьного курса изучаются ими поверхностно, этим обусловлен крайне низкий уровень математической подготовки таких студентов на первом курсе.

2. В соответствии с ФГОС ВО математика и физика объединены в одну дисциплину с резким сокращением часов на ее изучение.

3. По учебному плану на изучение математики – теории вероятности и математической статистики – отводится всего лишь 24 % (17 часов) аудиторной работы, из них 10 % (5 часов) приходится на изучение статистики.

Указанные причины объясняют противоречия между социальным заказом общества на подготовку медицинских кадров, свободно владеющих методами математического моделирования, математической статистики, что важно для формирования готовности выпускника медицинского вуза к научно-исследовательской, медицинской деятельности, и реальной возможностью вуза реализовать такую подготовку в рамках традиционного изучения дисциплины «Физика, математика». Используя отведенное время, можно дать только ознакомительную информацию по основным понятиям и методам математической статистики, что приводит к тому, что невозможно в полной мере сформировать компетенции, заявленные в новых образовательных стандартах.

Для разрешения данного противоречия мы на основе интегративно-модульного подхода (ИМП) произвели отбор содержания и его структурирование в курс «Физика, математика». В математический блок мы включили два модуля: «Теория вероятностей» и «Математическая статистика».

Выделяем следующие цели изучения модуля «Математическая статистика»:

1) сформировать у студентов представление об основных понятиях и методах математической статистики, необходимых для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности медицинского работника;

2) осуществлять поэтапное, последовательное и преемственное формирование у студентов логического и алгоритмического мышления;

3) прививать навыки самостоятельного изучения литературы по данной дисциплине и ее приложениям;

4) развить навыки составления и анализа математических моделей задач прикладного характера, использования различных компьютерных программ для анализа данных, грамотной интерпретации полученных результатов, корректного и наглядного представления информации по проведенным исследованиям.

Рассмотрим содержание модуля «Математическая статистика» с выделенными модульными единицами и элементами (таблица 2).

Таблица 2 – Структура модуля «Математическая статистика»

Модульная единица	Модульный элемент
1. Основные понятия математической статистики	1.1. Генеральная совокупность и выборка. 1.2. Статистический ряд. 1.3. Оценка параметров генеральной совокупности по ее выборке. 1.4. Определение объема выборки при заданной точности интервальной оценки
2. Описательная статистика	2.1. Типы данных. 2.2. Меры центральной тенденции. 2.3. Меры рассеяния
3. Проверка статистических гипотез	3.1. Статистическая гипотеза. 3.2. Ошибки первого и второго рода. 3.3. Проверка соответствия анализируемых данных нормальному закону распределения. 3.4. Параметрические критерии. 3.5. Непараметрические критерии
4. Корреляционный и регрессионный анализ	4.1. Корреляционная связь, виды, теснота связи. 4.2. Коэффициент корреляции Пирсона и Спирмена. 4.3. Линейная регрессионная модель. Оценка коэффициентов линейной регрессии

Нами выделены инвариантная и вариативная части содержания модуля «Математическая статистика» (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание модуля «Математическая статистика»

Инвариантная часть	Вариативная часть
1. Генеральная совокупность и выборка. Репрезентативность выборки. Дискретный и интервальный вариационные ряды, их числовые характеристики, графическое представление. 2. Точечные и интервальные оценки. Доверительная вероятность и уровень значимости. Определение объема выборки при заданной точности интервальной оценки. 3. Типы данных. Меры центральной тенденции и меры рассеяния. 4. Нулевая и альтернативная статистические гипотезы. Ошибки первого и второго рода. 5. Необходимость проверки нормальности распределения анализируемых данных. 6. Параметрические и непараметрические критерии статистического анализа. Алгоритм выбора статистического критерия для анализа данных. Статистическая и клиническая значимость полученных результатов. 7. Корреляционная связь, виды, теснота связи. Коэффициенты корреляции Спирмена и Пирсона. 8. Регрессионный анализ. Уравнение регрессии, оценка коэффициентов линейной регрессии	1. Решение комплекса разноуровневых задач с учетом межпредметной интеграции с использованием статистических программ. 2. Особенности использования статистических программ для: 1) построения полигона распределения и гистограммы; 2) расчета параметров описательной статистики и их визуализации (построение диаграмм диапазонов, размахов и круговых диаграмм); 3) проверки соответствия анализируемых данных закону нормального распределения, особенности применяемых критериев; 4) проверки статистических гипотез, особенности интерпретации; 5) вычисления коэффициента корреляции и его визуализации; 6) нахождения коэффициентов линейной регрессионной модели. 3. Рекомендации по представлению данных в научных публикациях

Вариативная часть ориентирована на активную самостоятельную работу студентов. Применение полученных теоретических знаний в практической деятельности осуществляется на протяжении всего изучения дисциплины «Физика, математика» в контексте изучаемых тем. Например, в модуле «Механика. Молекулярная физика и термодинамика» студенты изучают тему, связанную с ультразвуком и особенностями его применения в медицине. В качестве домашнего задания предлагается следующий пример: у 12 работающих на ультразвуковых установках изучалось содержание сахара в крови натощак до работы и через три часа после работы (приводится ряд числовых данных) [4, с. 52]. Студенту необходимо определить, есть ли статистически значимая разница между полученными значениями, провести исследование, обосновать полученные результаты с помощью методов математической статистики, используя статистические программы. Важно сделать вывод по поводу клинической значимости полученных результатов и рассказать об особенностях воздействия ультразвука на организм человека.

Контроль правильности выполнения задания проверяется на занятии, и, если есть необходимость, преподаватель корректирует работу студента.

В связи с отсутствием резерва для увеличения аудиторных часов на изучение математического блока, и в частности модуля «Математическая статистика» в рамках дисциплины «Физика, математика», мы используем ряд дополнительных возможностей.

1. Методы математической статистики включены в модули блока «Физика» дисциплины «Физика, математика» в контексте решения физических задач.

2. Организованы консультации преподавателя во внеаудиторное время для обсуждения возникших затруднений в применении методов математической статистики, статистических программ, интерпретации полученных результатов, а также особенностей представления полученной информации.

3. Подготовлено методическое пособие по модулю «Математическая статистика», содержащее ряд примеров, призванных облегчить самостоятельное освоение раздела.

4. Сотрудничество студентов между собой и с преподавателем во внеучебное время перенесено в виртуальную среду (интернет-сообщество студентов позволяет им активно общаться между собой, задавать вопросы преподавателю и обмениваться мнениями по возникающим проблемам) [5].

5. Программа модуля «Математическая статистика» строится на активной реализации принципов интегративности, проблемности, профессиональной направленности [6]. Это позволяет повысить мотивацию студентов к изучению дисциплины, выявить творческие способности студентов, ликвидировать пробелы школьного курса, интегрировать полученные знания в другие дисциплины и повысить уровень учебной подготовки в целом.

6. Практические навыки использования методов математической статистики формируются у студентов при подготовке материалов для студенческих конференций, когда возникает необходимость в экспериментальной обработке данных по разным дисциплинам в контексте проводимого исследования.

В рамках педагогического эксперимента мы выделили из студентов педиатрического факультета две группы (экспериментальную и контрольную), причем по исходному уровню знаний по математике статистически значимых различий между ними не было.

При оценке освоения модуля использовалась следующая шкала: менее 55 % – оценка «2», от 55 до 69,9 % – «3», от 70 до 84,9 % – «4», свыше 85 % – оценка «5» [7, с. 208].

Полученные данные по освоению модуля приведены на рисунке 2. Эти показатели получены сразу после изучения математической статистики.

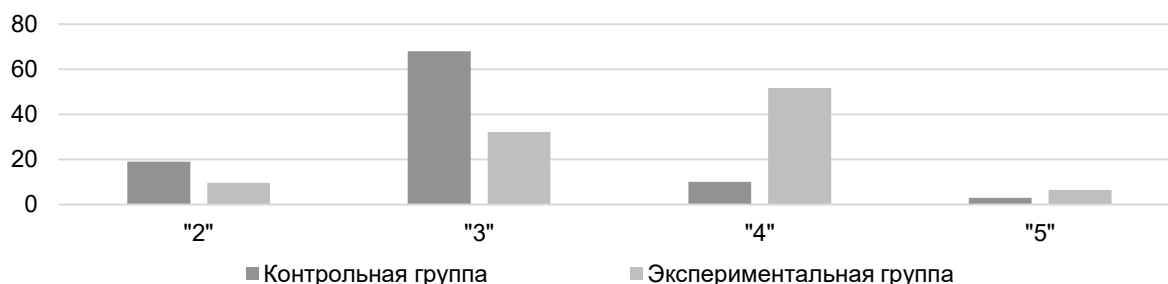


Рисунок 2 – Результаты освоения модуля «Математическая статистика» студентами педиатрического факультета Кубанского государственного медицинского университета

В конце семестра по модулю «Математическая статистика» еще раз был проведен контроль знаний с учетом того, что экспериментальная группа получала задания прикладного характера по математической статистике в контексте изучаемых тем по физике. Данные приведены на рисунке 3. Контрольной группе, так же как и экспериментальной, было сказано о готовящейся

проверке, чтобы уравнивать условия ее прохождения (контрольная группа после изучения раздела не получала соответствующих заданий).

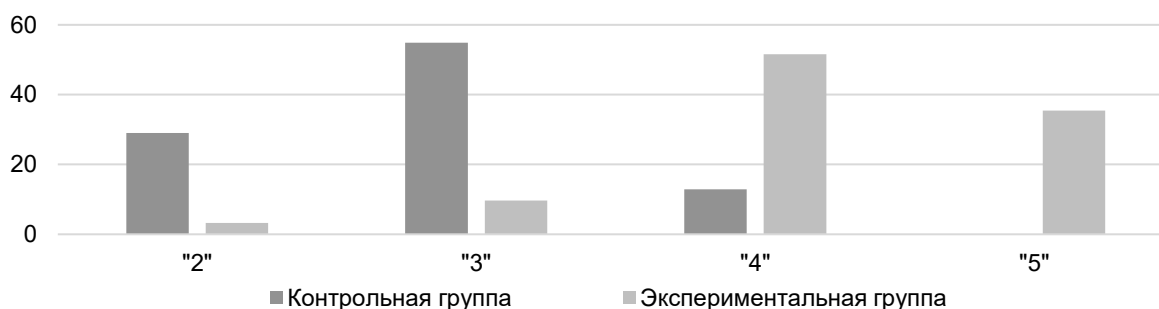


Рисунок 3 – Результаты освоения модуля «Математическая статистика» студентами педиатрического факультета Кубанского государственного медицинского университета, полученные в конце семестра

Стоит отметить, что на первом курсе материал несколько упрощен в связи с тем, что студенты еще имеют слабое представление о своей будущей деятельности, а тем более о значении и роли математической статистики в ней. Для того чтобы повысить эффективность и качество применения методов математической статистики будущими медицинскими работниками, предлагаем расширить и углубить содержание модуля «Математическая статистика» за счет включения в него разделов «Планирование исследования» и «Многофакторный анализ данных» и внедрить его в качестве элективного на 5-м и 6-м курсах обучения в медицинском вузе.

Для студентов старших курсов планируем рассматривать решение задач с более выраженным прикладным характером, используя активную компьютерную поддержку в виде современных статистических программ под руководством преподавателя. Предполагаем, что опыт изучения математической статистики, понимание студентами важности этого раздела для осуществления научных исследований в рамках студенческого научного общества послужат для них мотивационным стимулом к овладению методами математической статистики, а следовательно, повысят уровень их профессиональной компетентности.

Результаты исследования, проведенного со студентами первого курса, позволяют прогнозировать необходимость дополнительного пролонгированного изучения математической статистики студентами медицинского вуза, обучающимися на старших курсах.

Ссылки:

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» (уровень специалитета) [Электронный ресурс] : приказ Министерства образования и науки РФ от 9 февр. 2016 г. № 95 // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <http://fgosvo.ru/news/8/1807> (дата обращения: 23.04.2018) ; Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.05.02 «Педиатрия» (уровень специалитета) [Электронный ресурс] : приказ Министерства образования и науки РФ от 17 авг. 2015 г. № 853 // Там же. URL: <http://fgosvo.ru/news/21/1327> (дата обращения: 23.04.2018) ; Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.05.03 «Стоматология» (уровень специалитета) [Электронный ресурс] : приказ Министерства образования и науки РФ от 9 февр. 2016 г. № 96 // Там же. URL: <http://www.fgosvo.ru/news/21/1808> (дата обращения: 23.04.2018).
2. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. Изд. 2-е, стер. М., 1998. 608 с.
3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» (уровень специалитета) ; Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.05.02 «Педиатрия» (уровень специалитета) ; Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.05.03 «Стоматология» (уровень специалитета).
4. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. СПб., 2002. 266 с.
5. Интенсификация обучения с использованием социальных сетей интернета / Е.А. Саломатина [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4 (1). С. 234–236.
6. Панченко Е.И., Литвинова Т.Н. Методологические подходы к изучению дисциплины «Физика, математика» в медицинском вузе // Европейский журнал социальных наук. 2017. № 10. С. 201–209 ; Goldshmid B., Goldshmid M. Modular Instruction in Higher Education // Higher Education. 1972. No. 2. P. 15–32.
7. Панченко Е.И., Литвинова Т.Н. Указ. соч. С. 208.

References:

- Borovikov, VP & Borovikov, IP 1998, *STATISTICA. Statistical analysis and data processing in a Windows environment*, 2nd ed., Moscow, 608 p., (in Russian).
- Goldshmid, B & Goldshmid, M 1972, 'Modular Instruction in Higher Education', *Higher Education*, No. 2, pp. 15–32. <https://doi.org/10.1007/bf00162534>.
- Panchenko, EI & Litvinova, TN 2017, 'Methodological approaches to studying Physics, Mathematics in a medical college', *Yevropeyskiy zhurnal sotsial'nykh nauk*, no. 10. pp. 201-209, (in Russian).
- Salomatina, EA (et al.) 2017, 'Intensification of training based on the online social networks', *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, no. 4 (1), pp. 234-236, (in Russian).
- Yunkerov, VI & Grigoryev, SG 2002, *Mathematical and statistical processing of medical research data*, St. Petersburg, 266 p., (in Russian).