

*Гнатенко Ю.А.,
кандидат физико-математических наук, доцент,
Стерлитамакский филиал УУНУТ,
Россия, г. Стерлитамак
Карамышев Т.Д.,
студент группы АИС-41,
Стерлитамакский филиал УУНУТ,
Россия, г. Стерлитамак*

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В МЕДИЦИНЕ

***Аннотация:** Теория вероятностей играет ключевую роль в современной медицине, обеспечивая научную основу для анализа данных, прогнозирования исходов заболеваний и принятия врачебных решений. В статье рассматриваются основные понятия теории вероятностей, такие как случайные события, распределения вероятностей и статистические закономерности, и их применение в медицинских исследованиях, диагностике, эпидемиологии и фармакологии.*

***Ключевые слова:** теория вероятностей, диагностика, эпидемиология, клинические исследования, статистика, медицинские данные.*

***Annotation:** Probability theory plays a key role in modern medicine, providing a scientific basis for data analysis, predicting disease outcomes, and making medical decisions. The article discusses the basic concepts of probability theory, such as random events, probability distributions, and statistical patterns, and their application in medical research, diagnostics, epidemiology, and pharmacology.*

***Key words:** probability theory, diagnostics, epidemiology, clinical research, statistics, medical data.*

Теория вероятностей — это раздел математики, изучающий случайные события, закономерности в случайных явлениях и методы их количественной оценки. Она позволяет предсказывать, с какой вероятностью может произойти то или иное событие, даже если оно зависит от множества факторов и кажется непредсказуемым на первый взгляд.

Медицина — это наука, в которой множество факторов, включая генетику, окружающую среду и образ жизни, влияют на здоровье человека. Из-за неопределённости и вариативности биологических процессов теория вероятностей становится незаменимым инструментом для анализа данных, прогнозирования заболеваний и разработки стратегий лечения. Математические инструменты активно используются для анализа биомедицинских процессов. Они помогают выявлять закономерности, характерные для биологических и медицинских систем, сравнивать различные группы объектов, а также оценивать воздействие внешних факторов. На основе выдвинутой гипотезы о распределении данных и применения соответствующего математического аппарата удается определить свойства исследуемых объектов, сформулировать выводы и дать практические рекомендации.

Совершенствование лечебных методик потребовало внедрения надежных способов оценки их результативности. Это привело к появлению концепции «доказательной медицины». Постепенно сформировался более строгий, количественный подход к лечению различных заболеваний, включая разработку клинических протоколов. С 1980-х годов ключевым фактором, значительно повлиявшим на применение вероятностных методов, стало массовое распространение мощных и доступных компьютеров.

Математические модели позволяют делать прогнозы, которые затем проверяются экспериментально. При несоответствии результатов модель корректируется. Благодаря развитию вычислительных технологий и статистических методов, математическое моделирование в медицине может

достичь уровня, сопоставимого с вкладом математической физики в развитие физики.

Одним из фундаментальных понятий в медицине является случайное событие и его вероятность. Диагностика заболеваний часто основана на вероятностных оценках. Например, чувствительность теста показывает вероятность положительного результата при наличии болезни, а специфичность — вероятность отрицательного результата при её отсутствии. Если тест на COVID-19 имеет чувствительность 95%, это означает, что у 95% инфицированных он даст правильный положительный результат. Однако даже высокоточные тесты могут давать ложные результаты, и здесь на помощь приходит условная вероятность.

Теорема Байеса позволяет уточнять диагноз на основе новых данных. Например, вероятность того, что у пациента действительно есть заболевание после положительного теста, зависит не только от точности самого теста, но и от исходной распространённости болезни в популяции. Это особенно важно при скрининге редких заболеваний, где даже высокоспецифичные тесты могут давать много ложноположительных результатов.

Распределения вероятностей широко применяются в медицинских исследованиях. Нормальное распределение используется для анализа лабораторных показателей, таких как уровень глюкозы или холестерина в крови. Пуассоновское распределение помогает моделировать редкие события, например, вспышки инфекционных заболеваний или частоту побочных эффектов лекарств.

В повседневной работе врача теория вероятностей играет ключевую роль, хотя часто остаётся «за кадром». Принимая решения, специалист опирается на статистические данные, клинические рекомендации и стандарты лечения — все эти инструменты основаны на принципах доказательной медицины, которая, в свою очередь, базируется на вероятностных моделях. При постановке предварительного заключения врач

учитывает предикторы и строит прогноз, исходя из ограниченного объёма данных. Такой подход естественным образом связан с теорией вероятностей. Более того, для подтверждения эффективности диагностических и лечебных методик требуется статистическое обоснование. Даже при оформлении отчётности или проведении исследований врач-клиницист неизбежно обращается к статистике. Таким образом, доказательная база современной медицины в значительной степени опирается на вероятностные законы, хотя сами медики не всегда осознают этот факт.

В диагностике и скрининге теория вероятностей позволяет оценивать точность тестов с помощью ROC-анализа, а также рассчитывать положительную и отрицательную прогностическую ценность. Это помогает врачам интерпретировать результаты обследований и принимать обоснованные решения.

Отдельного внимания заслуживает проблема неопределённости и ошибок в медицинских данных. В реальной клинической практике данные часто бывают неполными, зашумлёнными или искажёнными из-за человеческого фактора, технических ограничений оборудования и биологической вариабельности пациентов. Теория вероятностей позволяет формализовать эту неопределённость, вводя понятия случайной ошибки, доверительных интервалов и вероятностных границ прогноза. Использование статистических критериев снижает риск неверных выводов и помогает отличить реальные закономерности от случайных флуктуаций.

В последние годы теория вероятностей получила новое развитие в связи с активным использованием больших медицинских данных (Big Data). Электронные медицинские карты, результаты генетических исследований и данные мониторинга пациентов формируют массивы информации, анализ которых невозможен без вероятностных и статистических методов. Байесовские модели, вероятностные графы и стохастические алгоритмы лежат в основе современных систем поддержки врачебных решений. Эти

технологии позволяют выявлять скрытые закономерности, прогнозировать индивидуальные риски и подбирать персонализированные схемы лечения. Таким образом, теория вероятностей становится фундаментом цифровой и персонализированной медицины, ориентированной на конкретного пациента.

Клинические исследования также опираются на вероятностные методы. Рандомизированные контролируемые испытания используют статистические подходы для определения эффективности новых лекарств. Расчёт p -value и доверительных интервалов позволяет оценить, насколько достоверны полученные результаты и можно ли их распространять на всю популяцию.

В эпидемиологии вероятностные модели помогают прогнозировать распространение заболеваний. Например, SIR-модель (Susceptible–Infected–Recovered) использовалась для анализа динамики COVID-19. Оценка относительного риска и отношения шансов позволяет сравнивать группы пациентов и выявлять факторы, влияющие на развитие болезни.

Фармакология также активно использует теорию вероятностей. С её помощью можно прогнозировать побочные эффекты лекарств, анализировать выживаемость пациентов с помощью кривых Каплана—Мейера и Сок-регрессии, а также оптимизировать дозировки препаратов.

Как уже отмечалось, применение теории вероятностей в клинической медицине обусловлено спецификой объекта исследования – человеческого организма. В отличие от точных наук, где возможны стандартизированные модели, живой организм представляет собой сложную динамическую систему, не поддающуюся полному формальному описанию. Тем не менее, благодаря статистическим исследованиям и методам математического анализа, медицина выработала обобщённые вероятностные модели, которые успешно применяются для: диагностики заболеваний, прогнозирования течения патологий, выбора оптимальных методов терапии, оценки состояния различных групп пациентов и так далее. Эти подходы позволяют врачам принимать обоснованные клинические решения, несмотря на

индивидуальные особенности каждого случая. Современная медицинская практика демонстрирует эффективность такого вероятностно-статистического подхода при работе как с отдельными пациентами, так и с целыми популяционными группами. Ключевое преимущество подобных методов заключается в их способности учитывать естественную вариабельность биологических систем, что делает их незаменимым инструментом в условиях неполной информации о состоянии пациента.

Теория вероятностей позволяет медицине перейти от интуитивных решений к точным, научно обоснованным методам анализа. Благодаря вероятностным моделям врачи могут лучше оценивать риски, интерпретировать диагностические данные и выбирать оптимальные стратегии лечения. Развитие методов машинного обучения и искусственного интеллекта, основанных на теории вероятностей, открывает новые перспективы для персонализированной медицины, где лечение подбирается индивидуально для каждого пациента.

Дальнейшее развитие медицинской науки будет связано с более глубоким внедрением вероятностных моделей и статистических методов. Это позволит сделать медицинскую помощь более точной, эффективной и безопасной для пациентов. Таким образом, теория вероятностей остаётся не просто математической дисциплиной, а важнейшим элементом доказательной медицины XXI века.

Список литературы:

1. Гареев, Е.М. Основы математико-статистической обработки медико-биологической информации (краткий обзор в двух частях) : учеб. пособие для студентов и аспирантов мед. вузов / Е.М. Гареев. - Уфа : БашГМУ, 2009. - 346 с.

2. Доказательная медицина : учеб. пособие для студентов мед. вузов / сост. И.П. Артюхов, А.В. Шульмин, В.В. Козлов [и др.]. - Красноярск : КрасГМУ, 2012. - 206 с.
3. Медик, В.А. Общественное здоровье и здравоохранение : учебник для мед. вузов / В.А. Медик, В.И. Лисицын, М.С. Токмачев. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 400 с.
4. Медик, В.А. Общественное здоровье и здравоохранение : учеб. пособие для мед. вузов / В.А. Медик, В.К. Юрьев. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 608 с.
5. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н. Ремизов. - 4-е изд., испр., и перераб. - 2012. - 648с.: ил.
6. Общественное здоровье и здравоохранение. Часть 1. Статистика здоровья и здравоохранения: учебно-методическое пособие практическим занятиям по общественному здоровью и здравоохранению для студентов лечебного и педиатрического факультетов / Л.В. Солохина, С.Н. Киселёв, О.В. Лемещенко. Хабаровск: ДВГМУ, 2015. -152с.
7. Петри, А. Наглядная статистика в медицине / А. Петри, К. Сэбин; пер. с англ. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 216 с.