ILG‘OR PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALAR

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА: ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

Жалилов Мухидин Халимович,
доцент Самаркандского кампуса Университета ЗАРМЕД, кандидат физико-математических наук
Мустафаев Темур Шомирзоевич,
заведующий кафедрой Самаркандского кампуса Университета ЗАРМЕД, PhD
mustafayevtemur1@gmail.com
Арзибеков Улугбек Рахмонкулович,
старший преподаватель Самаркандского кампуса Университета ЗАРМЕД, кандидат физико-математических наук
Хамроев Жобир Холмуродович,
старший преподаватель Самаркандского кампуса Университета ЗАРМЕД, Узбекистан

В статье рассматривается проблема формирования измерительной компетентности студентов медицинского вуза при изучении физических величин, измерений и неопределённости. Обосновывается необходимость профессионально ориентированного преподавания, при котором физический результат рассматривается не как изолированное число, а как количественная информация, требующая оценки качества и последующей интерпретации. Предлагается модель, объединяющая когнитивный, операциональный, аналитический и профессиональный компоненты компетентности. Показаны возможности мозгового штурма, кластера, Fishbone, кейс-метода, групповой работы, взаимооценивания и рефлексии. Предложена последовательность «знать - измерить - обработать - оценить - интерпретировать». Сформулированы методические принципы переноса метрологических понятий в медицинский контекст, и обозначены перспективы их практической проверки.

Ключевые слова: *измерительная компетентность, медицинское образование, физические величины, измерение, неопределённость, интерактивное обучение, активное обучение, Fishbone, кейс-метод.*

MEASUREMENT COMPETENCE OF MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS: INTERACTIVE LEARNING TECHNOLOGIES

The article examines the formation of measurement competence among medical students when studying physical quantities, measurement and measurement uncertainty. It substantiates the need for professionally oriented physics teaching in which a measurement result is treated not as an isolated number but as quantitative information requiring evaluation of quality and subsequent interpretation. A model combining cognitive, operational, analytical and professional components of measurement competence is proposed. The educational potential of brainstorming, clustering, Fishbone analysis, case-based learning, group work, peer assessment and reflection is described. The sequence “know - measure - process - evaluate - interpret” is used as a methodological framework. The article formulates principles for transferring metrological concepts into medical contexts and outlines directions for further empirical verification.

Keywords: *measurement competence, medical education, physical quantities, measurement uncertainty, interactive learning, active learning, case-based learning.*

TIBBIYOT OLIY TA’LIM MUASSASASI TALABALARINING O‘LCHASH KOMPETENTLIGI: INTERFAOL O‘QITISH TEXNOLOGIYALARI

Maqolada tibbiyot oliy ta’lim muassasasi talabalarida fizik kattaliklar, o‘lchash va o‘lchash noaniqligini o‘rganish jarayonida o‘lchash kompetensiyasini shakllantirish muammosi ko‘rib chiqiladi.

Fizika ta’limini kasbiy yo‘naltirish zarurligi asoslanadi: o‘lchash natijasi oddiy son emas, balki sifatini baholash va tibbiy nuqtayi nazardan talqin qilishni talab qiladigan miqdoriy axborot sifatida qaraladi. Kompetensiyaning kognitiv, operatsion, analitik va kasbiy tarkibiy qismlarini birlashtiruvchi model taklif etiladi. Aqliy hujum, klaster, Fishbone, keys usuli, kichik guruhlarda ishlash, o‘zaro baholash va refleksiya imkoniyatlari yoritiladi. “Bilish - o‘lchash - qayta ishlash - baholash - talqin qilish” ketma-ketligi metodik asos sifatida belgilanadi. Metrologik tushunchalarni tibbiy kontekstga ko‘chirish tamoyillari va keyingi empirik tekshiruv yo‘nalishlari ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: *o‘lchash kompetensiyasi, tibbiy ta’lim, fizik kattaliklar, o‘lchash noaniqligi, interaktiv ta’lim, keys usuli.*

Введение. Современная медицина характеризуется интенсивным использованием количественной информации. Температура тела, артериальное давление, частота сердечных сокращений и дыхания, рост, масса тела, концентрация различных веществ, параметры электрической активности биологических систем, результаты ультразвуковых, рентгенологических и других исследований получают посредством измерительных процедур.

Следовательно, будущий медицинский специалист должен обладать не только знаниями о физических величинах и единицах их измерения, но и способностью критически оценивать получаемые количественные данные. Для врача недостаточно знать, что температура пациента составляет, например, 36,8°C. Необходимо понимать, каким прибором она измерена, при каких условиях, насколько воспроизводим результат и можно ли его использовать как основание для профессионального вывода.

В метрологии измерительный результат не рассматривается как абсолютно точное значение. Любое измерение связано с условиями проведения, характеристиками используемого средства измерений, методом, действиями оператора и другими факторами. Международные документы JCGM систематизируют современные подходы к выражению неопределённости измерений и терминологии измерений [1; 2].

Для медицинского образования это положение приобретает особое значение. Количественная информация является важнейшей частью диагностического процесса, однако её качество зависит от всей измерительной процедуры. Таким образом, физика в медицинском вузе должна формировать не только предметные знания, но и способность применять их в профессионально значимых ситуациях.

Традиционный подход к изучению темы «Физические величины, их измерение. Теория погрешностей» часто ориентирован преимущественно на усвоение определений и выполнение расчётных упражнений. Студент изучает абсолютную и относительную погрешности, выполняет вычисления, записывает результат, но не всегда связывает эти действия с реальной медицинской деятельностью.

Возникает педагогическая проблема: *каким образом превратить изучение измерений из формального усвоения физических понятий в формирование профессионально значимой измерительной компетентности?*

Одним из возможных решений является использование интерактивных образовательных технологий, позволяющих включить студента в активную познавательную деятельность, основанную на обсуждении, проблематизации, практическом действии, анализе и рефлексии.

Актуальность профессионально ориентированного преподавания. Физика в медицинском вузе имеет особый статус. Она является фундаментальной дисциплиной, но её содержание должно быть связано с последующим профессиональным использованием. Поэтому изучение физических величин и измерений целесообразно строить вокруг реальных или приближенных к реальным медицинским ситуациям. Например, понятие температуры может рассматриваться одновременно с нескольких позиций: как физическая величина, как объект измерения, как параметр физиологического состояния и как количественная информация, используемая специалистом при принятии решения. Аналогичным образом артериальное давление представляет собой не просто пару чисел. На результат влияют положение пациента, условия проведения процедуры, характеристики прибора, техника измерения, повторяемость процедуры и состояние самого пациента. Такой подход изменяет характер учебной деятельности. Студент должен ответить не только на вопрос «какое значение получилось?», но и на вопросы:

- что именно измеряется;
- каким методом выполняется измерение;
- насколько надёжен полученный результат;
- какие факторы могли на него повлиять;

•можно ли воспроизвести результат;

•как следует интерпретировать полученную информацию.

Тем самым формируется культура работы с количественными данными. Эффективность активных форм обучения в естественно-научном образовании подтверждается рядом исследований. В частности, Freeman и соавторы показали преимущества активного обучения по сравнению с традиционной лекционной моделью в STEM-дисциплинах [3]. Обзор Prince также указывает на значительный потенциал активного, кооперативного и проблемного обучения [4]. Однако интерактивная технология сама по себе не гарантирует образовательного результата. Её эффективность определяется соответствием содержания, целей и организации деятельности студентов. Поэтому важно не просто включать в занятие различные методы, а объединять их в целостную педагогическую систему.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования - разработать и методически обосновать модель формирования измерительной компетентности студентов медицинского вуза средствами интерактивных образовательных технологий при изучении физических величин, измерений и неопределённости. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

•обосновать необходимость профессиональной ориентации содержания темы «Физические величины, их измерение. Теория погрешностей»;

•определить структуру измерительной компетентности будущего медицинского специалиста;

•установить взаимосвязь между физическим, метрологическим и профессиональным содержанием;

•определить дидактические функции интерактивных технологий;

•разработать логическую модель формирования измерительной компетентности;

•сформулировать критерии ожидаемого образовательного результата;

•определить перспективы последующей экспериментальной проверки предложенной модели.

Понятие и структура измерительной компетентности

Измерительную компетентность целесообразно рассматривать как интегративную характеристику личности студента, обеспечивающую способность получать, обрабатывать, оценивать и интерпретировать количественную информацию. Важным является отличие компетентности от простого набора знаний. Студент может знать определение физической величины и формулу относительной погрешности, но при этом испытывать трудности при решении конкретной медицинской задачи. Компетентность проявляется тогда, когда знание становится инструментом действия. Предлагается выделить четыре взаимосвязанных компонента измерительной компетентности.

Когнитивный компонент включает знание физических величин, единиц измерения, принципов измерения, основных понятий метрологии, погрешности и неопределённости.

Операциональный компонент предполагает способность выполнить измерительную процедуру, выбрать прибор, правильно снять показания, записать результат и провести необходимые вычисления.

Аналитический компонент связан с оценкой качества результата. Студент должен уметь выявлять возможные источники неопределённости, анализировать повторные измерения, различать случайные и систематические факторы и оценивать воспроизводимость.

Профессиональный компонент предполагает способность интерпретировать измерительный результат в медицинском контексте, учитывая ограничения процедуры и особенности исследуемого объекта.

Эти компоненты образуют единую систему: **ЗНАТЬ → ИЗМЕРИТЬ → ОБРАБОТАТЬ → ОЦЕНИТЬ → ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ.** Данная последовательность является одним из центральных положений предлагаемой модели.

Измерение как междисциплинарный процесс

В традиционном преподавании физики измерение часто представляется как получение численного значения физической величины. Для медицинского образования такое представление является недостаточным. Измерительный процесс включает несколько взаимосвязанных элементов:

объект → измеряемая величина → метод → средство измерения → условия → результат → оценка качества → интерпретация. Например, при измерении температуры пациента объектом является человек, измеряемой величиной - температура, средством - термометр, а условия и методика становятся частью измерительной процедуры. При этом возникает важное различие между **измерительной неопределённостью** и **физиологической вариабельностью**. Изменение

результатов измерений одного и того же параметра может быть обусловлено:

•характеристиками прибора;
•особенностями методики;
•действиями оператора;
•условиями окружающей среды;
•естественными физиологическими колебаниями;
•изменением состояния пациента.

Поэтому различие двух чисел не следует автоматически интерпретировать как изменение состояния объекта. Для будущего врача такая способность особенно важна, поскольку неправильная интерпретация количественной информации потенциально влияет на профессиональное решение.

Интерактивные технологии формирования компетентности

Для формирования различных компонентов измерительной компетентности предлагается использовать систему взаимодополняющих интерактивных технологий.

Мозговой штурм

На начальном этапе преподаватель предлагает проблемный вопрос: «Можно ли полностью доверять результату любого медицинского измерения?» Студенты высказывают предположения, которые фиксируются без немедленной оценки. Затем формулируется второй вопрос: «Почему два измерения одного параметра могут отличаться?» Студенты называют возможные причины: прибор, методику, оператора, пациента, окружающую среду, обработку данных. Так актуализируются имеющиеся знания и создаётся познавательная потребность.

Кластер

В центре размещается понятие «ИЗМЕРЕНИЕ». От него отходят взаимосвязанные понятия: физическая величина - единица - прибор - метод - результат - погрешность - неопределённость - интерпретация. Кластер позволяет студенту увидеть, что измерение представляет собой систему, а не отдельную математическую операцию.

Fishbone

Метод Fishbone используется для причинно-следственного анализа. «Почему результаты повторных измерений отличаются?» Основные ветви:

•прибор;
•методика;
•оператор;
•пациент;
•окружающая среда;
•обработка результатов.

Такая организация анализа способствует развитию аналитического компонента компетентности.

Кейс-метод

Кейс переносит физическое содержание в профессиональный контекст. Например: при повторном измерении температуры пациента получены значения 36,7°C и 36,9°C. Можно ли считать, что состояние пациента изменилось? Студент должен не просто выбрать ответ, а обосновать его.

Работа в малых группах

Групповая деятельность позволяет распределить роли: один студент анализирует условия измерения, второй - характеристики прибора, третий - математическую обработку, четвёртый - профессиональную интерпретацию.

Взаимооценивание

Студенты получают критерии качества и оценивают решения друг друга. Это позволяет перейти от вопроса: **«Правильно ли я решил?»** к вопросу: **«Почему решение является обоснованным?»**

Рефлексия

На завершающем этапе студент отвечает:

•Что я сегодня узнал?
•Что я научился делать?
•Что осталось непонятным?
•Где это знание понадобится врачу?

Рефлексия связывает учебный результат с профессиональной перспективой.

Концептуальная модель

Предлагаемая модель может быть представлена в виде последовательности: **ФИЗИКА → ИЗМЕРЕНИЕ → НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ → АНАЛИЗ → МЕДИЦИНА.**

На первом уровне студент понимает физическую природу величины.

На втором - выполняет или анализирует измерительную процедуру.

На третьем - рассматривает неопределённость полученного результата.

На четвёртом - анализирует качество количественной информации.

На пятом - осуществляет профессиональную интерпретацию.

Такая модель позволяет избежать разрыва между фундаментальной физической подготовкой и профессиональным образованием.

Методические условия реализации модели

Для реализации предлагаемой модели необходимы следующие условия:

- профессиональная направленность содержания;
- активная деятельность студента;
- использование проблемных ситуаций;
- сочетание индивидуальной и групповой работы;
- наличие измерительного или имитационного практического материала;
- обязательный этап анализа результата;
- формирующее оценивание;
- рефлексия;
- связь физических понятий с медицинскими задачами.

Особое значение имеет характер вопросов преподавателя. Вместо: «Как рассчитать погрешность?»
целесообразно спрашивать: «Что означает полученная неопределённость для достоверности медицинской информации?» Это небольшое изменение формулировки переводит студента с репродуктивного уровня на аналитический.

Возможности цифровой поддержки

Современные образовательные технологии позволяют расширить возможности предлагаемой модели. Для обучения могут использоваться:

- электронные тесты;
- электронные таблицы;
- цифровые измерительные приборы;
- виртуальные лаборатории;
- графическое представление результатов;
- интерактивные доски;
- системы мгновенного опроса;
- цифровые банки кейсов.

Особый интерес представляет визуализация серии измерений. Если студент видит не одно число, а распределение нескольких результатов, он лучше понимает различие между единичным значением и совокупностью данных. Цифровые инструменты также позволяют моделировать ситуации, которые сложно организовать непосредственно в аудитории. При использовании генеративных технологий искусственного интеллекта целесообразно сохранять принцип академической ответственности: цифровой инструмент может помочь создать дополнительные задания, варианты кейсов или выявить типичные ошибки, однако физическая проверка и медицинская интерпретация результата должны выполняться студентом и контролироваться преподавателем [5].

Обсуждение. Предлагаемый подход позволяет изменить характер обучения. В традиционной модели конечным результатом часто является правильное число. В предлагаемой модели конечным результатом становится обоснованный профессиональный вывод. Например, студент должен не просто определить относительную погрешность, а объяснить:

- насколько результат устойчив;
- какие факторы определяют его качество;
- какие дополнительные измерения необходимы;
- можно ли использовать результат для дальнейшего анализа.

Это означает переход: от формулы - к процедуре; от процедуры - к анализу;
от анализа - к интерпретации. Следовательно, измерительная компетентность может рассматриваться как один из элементов общей профессиональной культуры будущего медицинского специалиста. Важным является и то, что предложенная модель не требует отказа от традиционного содержания физики. Формулы, единицы, законы и методы расчёта сохраняются, но приобретают функциональное значение. Ограничением настоящей работы является отсутствие данных завершённого

педагогического эксперимента. Поэтому эффективность предложенной модели не должна трактоваться как статистически доказанный эффект. На данном этапе речь идёт о теоретическом и методическом обосновании.

Перспективы экспериментальной проверки

Следующим этапом исследования может стать проведение педагогического эксперимента. Целесообразно сформировать экспериментальную и контрольную группы. В экспериментальной группе тема изучается с использованием предложенной интерактивной модели, в контрольной - преимущественно традиционными методами. Диагностика может включать четыре блока:

- тестирование предметных знаний;
- практическое измерительное задание;
- аналитическую задачу на неопределённость;
- профессиональный кейс.

Такой дизайн позволит определить не только изменение объёма знаний, но и динамику практических, аналитических и профессиональных умений.

Заключение. Измерительная компетентность студентов медицинского вуза представляет собой интегративный образовательный результат, объединяющий знание физических величин и единиц измерения, практические измерительные действия, анализ неопределённости и профессиональную интерпретацию количественной информации.

Профессионально ориентированное преподавание темы «Физические величины, их измерение. Теория погрешностей» позволяет связать фундаментальное физическое содержание с реальными задачами медицинской практики.

Предложенная модель основана на последовательности «знать → измерить → обработать → оценить → интерпретировать» и объединяет когнитивный, операциональный, аналитический и профессиональный компоненты компетентности.

Мозговой штурм, кластер, Fishbone, кейс-метод, групповая работа, взаимооценивание и рефлексия в данной модели выполняют различные дидактические функции и образуют единую систему.

Принципиально важным является переход от вопроса «Как рассчитать погрешность?» к вопросу «Что означает неопределённость измерения для достоверности полученной медицинской информации?»

Такой подход позволяет рассматривать физику не как изолированную фундаментальную дисциплину, а как компонент профессиональной подготовки будущего врача.

Литература:

1. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM 1995 with minor corrections). Sèvres: BIPM, 2008. DOI: 10.59161/JCGM100-2008E.

2. JCGM 200:2012. International Vocabulary of Metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3rd ed. Sèvres: BIPM, 2012.

3. Freeman S., Eddy S. L., McDonough M. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. Vol. 111, No. 23. P. 8410-8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111.

4. Prince M. Does active learning work? A review of the research // Journal of Engineering Education. 2004. Vol. 93, No. 3. P. 223–231. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x.

5. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO, 2023. DOI: 10.54675/EWZM9535.

6. World Health Organization. Global Patient Safety Action Plan 2021-2030: Towards eliminating avoidable harm in health care. Geneva: WHO, 2021.

7. Kolb D. A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

8. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. 4th ed. Maidenhead: Open University Press, 2011.

9. Felder R. M., Brent R. Teaching and Learning STEM: A Practical Guide. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.

10. Mayer R. E. Multimedia Learning. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.