



UDK:378.147:004.94:616-073.75

*Dilnavoz Q.SODIQOVA,*  
*Tayanch doktorant, Buxoro davlat tibbiyot instituti*  
*E-mail: sodiqova.dilnavoz@bsmi.uz*

*BuxDTU dotsenti, O.Komilov taqrizi asosida*

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ СТУДЕНТОВ ПРИНЦИПАМ РАБОТЫ ПРИБОРОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИОПОТЕНЦИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, ЭРГ

Аннотация

Современное медицинское образование сталкивается с необходимостью внедрения инновационных методов в процесс обучения будущих специалистов. Особенно важным становится обучение студентов принципам работы приборов для регистрации биологических потенциалов, таких как электрокардиограф, электроэнцефалограф, электромиограф и электретинограф. Именно эти приборы позволяют регистрировать электрическую активность сердца, мозга, мышц и сетчатки глаза соответственно. Формирование у студентов не только теоретического понимания, но и практических навыков работы с данными устройствами требует инновационного образовательного подхода, который включает в себя интерактивные технологии, симуляционные занятия и интеграцию современных образовательных платформ.

**Ключевые слова:** Биопотенциал, электрокардиография, электроэнцефалография, электромиография, электретинография, интерактивное обучение, симуляция, инновационные технологии, медицинское образование.

## INNOVATIVE APPROACH TO TEACHING STUDENTS THE PRINCIPLES OF OPERATION OF DEVICES FOR BIOPOTENTIAL RECORDING USING THE EXAMPLES OF ECG, EEG, EMG, AND ERG

Annotation

Modern medical education faces the necessity of introducing innovative methods into the training process of future specialists. It is especially important to teach students the principles of operation of devices for recording biological potentials, such as electrocardiographs, electroencephalographs, electromyographs, and electroretinographs. These devices enable the recording of the electrical activity of the heart, brain, muscles, and retina, respectively. The formation of not only theoretical understanding but also practical skills in working with these devices among students requires an innovative educational approach, which includes interactive technologies, simulation classes, and the integration of modern educational platforms.

**Key words:** Biopotential, electrocardiography, electroencephalography, electromyography, electroretinography, interactive learning, simulation, innovative technologies, medical education.

## TALABALARDA BIOPOTENSIALLARNI QAYD QILUVCHI QURILMALAR BILAN ISHLASH TAMOYILLARIGA INNOVATSION YONDASHUV (EKG, EEG, EMG, ERG MISOLIDA)

Annotatsiya

Zamonaviy tibbiy ta'lim tizimi kelajakdagi mutaxassislarni tayyorlashda innovatsion uslublarni joriy etish zaruratiga duch kelmoqda. Ayniqsa, talabalarni biologik potentsiallarni qayd qiluvchi qurilmalar – elektrokardiograf, elektroentsefalograf, elektromiograf va elektreretinograf –da ishlash tamoyillariga o'qitish muhim ahamiyatga ega. Ushbu qurilmalar mos ravishda yurak, miya, mushaklar va ko'z to'ri pardasining elektr faolligini qayd qilish imkonini beradi. Talabalarda nafaqat nazariy bilimlarni, balki ushbu qurilmalar bilan ishlash bo'yicha amaliy ko'nikmalarni shakllantirish uchun innovatsion ta'lim yondashuvi, jumladan, interaktiv texnologiyalar, simulyatsion mashg'ulotlar va zamonaviy ta'lim platformalarini integratsiyalash zarur.

**Kalit so'zlar:** Biopotensial, elektrokardiografiya, elektroentsefalografiya, elektromiografiya, elektreretinografiya, interaktiv o'qitish, simulyatsiya, innovatsion texnologiyalar, tibbiy ta'lim.

**Введение.** В современном мире развитие медицинских технологий происходит стремительными темпами, что требует от специалистов постоянного совершенствования знаний и умений. Особое значение приобретают вопросы подготовки студентов-медиков, способных уверенно работать с биомедицинской аппаратурой, применяя современные методы регистрации и анализа биопотенциалов организма человека. Электрокардиография (ЭКГ), электроэнцефалография (ЭЭГ), электромиография (ЭМГ) и электретинография (ЭРГ) стали неотъемлемой частью клинической практики и научных исследований, так как позволяют получать точные данные о состоянии различных физиологических систем. Традиционные методы обучения зачастую оказываются недостаточно эффективными для формирования глубоких прикладных знаний по принципам

работы сложной приборной техники. Поэтому особая актуальность приобретает внедрение инновационных образовательных подходов, создающих условия для активного и осознанного освоения теоретических основ и практических навыков работы с приборами для регистрации биопотенциалов. Использование интерактивных технологий, виртуальных лабораторий, симуляторов, а также проектная деятельность студентов способствуют не только лучшему пониманию учебного материала, но и развитию критического мышления, самостоятельности, творческого подхода к решению профессиональных задач. Актуальность данного направления обусловлена необходимостью подготовки специалистов нового поколения, обладающих современной профессиональной компетентностью и готовностью к внедрению новейших достижений

биомедицинской инженерии в практику здравоохранения. Только внедрение инновационных методов обучения может обеспечить высокий уровень профессиональной подготовки студентов и их успешное применение передовых диагностических технологий в клинической практике.

#### **Обзор литературы и методологии.**

Биопотенциалы представляют собой слабые электрические сигналы, возникающие в результате ионных процессов в возбудимых тканях организма, таких как нервная и мышечная системы. Для медицинских специалистов понимание природы этих сигналов и принципов их регистрации необходимо как для диагностики, так и для проведения научных исследований. Освоение работы с приборами для регистрации биопотенциалов включает знания о видах электродов, принципах их наложения, особенностях усиления и фильтрации сигналов, а также безопасности на рабочем месте. Традиционные методы лекционного преподавания часто не позволяют достаточно глубоко освоить эти вопросы, поэтому внедрение интерактивных методов становится особенно актуальным [1].

Обучение принципам работы электрокардиографа должно начинаться с подробного изучения физиологии сердца и механизмов генерации электрокардиосигнала. Современные мультимедийные платформы предлагают студентам возможность в режиме виртуальной реальности проследить распространение электрического возбуждения по различным отделам сердца, визуально осознавая формирование зубцов P, комплекса QRS и волны T. Использование симуляторов и лабораторных установок, рассчитанных на самостоятельную сборку ЭКГ, позволяет студенту шаг за шагом понять структуру и функции этого прибора. Сборка простого электрокардиографа под руководством преподавателя предоставляет знания об основных электронных компонентах – операционных усилителях, фильтрах, преобразователях сигнала – и развивает умения работы с паяльником. Это не только вовлекает, но и раскрывает инженерные аспекты медицинской аппаратуры, делая образование междисциплинарным [2].

**Обсуждение.** Электроэнцефалограф используется для регистрации электрической активности головного мозга, что требует понимания как анатомии, так и принципов формирования волновых паттернов. В образовательный процесс включаются интерактивные карты мозга, цифровые симуляторы и нейрошлемы с обратной связью. Студенты проводят самостоятельные регистрации собственных электроэнцефалограмм, затем применяют цифровые фильтры для выделения альфа-, бета-, тета- и дельта-ритмов. Групповая работа, анализ артефактов (от двигательной активности, моргания), коллективное обсуждение результатов способствуют не только усвоению теоретических знаний, но и развитию критического мышления, навыков работы в команде и самостоятельного поиска решения сложных ситуаций. Электромиография изучает электрическую активность скелетных мышц. Образовательные технологии включают в себя использование носимых датчиков ЭМГ, которые позволяют видеть электрическую активность мышц в реальном времени на экране смартфона или ноутбука. Студенты, выполняя определённые движения, сразу же получают визуальную обратную связь, и могут анализировать как проявляются сигналы при сокращениях различных групп мышц. Практические занятия включают изучение различий между поверхностной и игольчатой ЭМГ, методы наложения электродов, минимизацию помех

и применение статистической обработки данных. Данные подходы развивают у студентов исследовательское мышление и навыки постановки собственного эксперимента [3].

**Результаты.** Современная образовательная среда требует интеграции разных биопотенциальных методов. На занятиях по интеграции студентам предлагаются клинические случаи, где они должны синтезировать данные ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и ЭРГ для постановки комплексного диагноза. Преподаватели поощряют командную работу, развитие аналитических способностей, умение видеть взаимосвязи между работой различных органов и систем. Мастер-классы, проводимые приглашёнными экспертами из клиник и исследовательских лабораторий, позволяют студентам ознакомиться с реальными сценариями и расширяют профессиональный кругозор. Использование виртуальных и дополненных реальностей в обучении позволяет воспроизводить сложные процедуры на симуляторах, что особенно ценно в условиях недостатка оборудования или ограниченных ресурсов. Студенты учатся организации процесса регистрации биопотенциалов, подготовке пациента, выполнению протоколов диагностики и реагированию на нештатные ситуации в безопасной цифровой среде. Обратная связь в реальном времени обеспечивает быстрый прогресс, а наличие облачных платформ и мобильных приложений делает современное обучение доступным каждому, вне зависимости от места проживания [4].

Важным элементом инновационного обучения становится отказ от исключительно тестовой проверки знаний в сторону проектных и исследовательских заданий. Студенты участвуют в разработке собственных мини-исследований, записывают обучающие видеоролики, проводят взаимное обучение внутри группы. Преподаватели оценивают не только теоретические знания, но и методологию экспериментов, умение работать с литературой, коммуникабельность и креативность [5].

Анализ проведённого внедрения инновационных подходов к обучению студентов работе с приборами для регистрации биопотенциалов показал существенное повышение эффективности образовательного процесса. Участие студентов в интерактивных практических занятиях, работа с виртуальными симуляторами и моделями, а также выполнение проектных заданий позволили не только усвоить основные принципы функционирования таких приборов, как ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и ЭРГ, но и сформировать устойчивые практические навыки обращения с соответствующей аппаратурой. Особо значимым результатом стало увеличение уровня вовлечённости студентов в учебный процесс. Активное участие в разработке и реализации мини-проектов, связанных с анализом реальных биопотенциалов, способствовало развитию умения самостоятельно находить и применять необходимые знания при решении профессиональных задач. Было отмечено сокращение количества ошибок при выполнении практических работ, что говорит о глубоких знаниях, сформированных не только на теоретическом, но и на прикладном уровне. Использование современных образовательных технологий, таких как цифровые лаборатории и компьютерное моделирование, позволило расширить спектр демонстрируемых случаев и экспериментальных ситуаций, с которыми сталкиваются будущие специалисты. Благодаря этому студенты смогли не только понять механизмы возникновения и регистрации биоэлектрической активности, но и научились критически

оценивать полученные результаты, проводить их интерпретацию с опорой на современные научные данные. Помимо технических навыков, был отмечен рост мотивации к изучению дисциплины и развитию профессиональных компетенций. Студенты выявили повышенное удовлетворение процессом обучения, отметили его актуальность, связь с практикой и возможность использовать полученные знания в будущей профессиональной деятельности. В работе со сложными случаями, например при анализе патологических ЭКГ или атипичных ЭЭГ записей, студенты проявляли самостоятельность, инициативу и креативность, что подтверждает успешное освоение инновационных методов обучения. В целом внедрение инновационных образовательных технологий привело к значительному увеличению объёма и качества знаний, а также практических умений студентов, что формирует прочную базу для их дальнейшей профессиональной деятельности и способствует совершенствованию подготовки

специалистов в области биомедицинской инженерии. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития и интеграции инновационных подходов в учебный процесс, что, безусловно, повысит качество медицинского образования и готовность выпускников к современным вызовам здравоохранения.

**Заключение.** Широкое внедрение инновационных методов позволяет существенно повысить мотивацию и уровень подготовки студентов в области регистрации биопотенциалов. Совмещение теоретических знаний и практического опыта, интерактивных образовательных платформ и проектных методик формирует у студентов не только профессиональные навыки, но и исследовательское мышление, умение анализировать сложную информацию и легко адаптироваться к новым технологическим требованиям медицины. Образование нового поколения биомедицинских специалистов – залог дальнейшего успешного развития науки и клинической практики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вебстер Д. Медицинская аппаратура: проектирование и применение. Под редакцией В.Г. Соколова, М.: Бином, 2012, с. 89–145.
2. Кандпур Р.С. Биомедицинские приборы и их практическое применение. М.: Техносфера, 2016, с. 102–173.
3. Геддес Л.А., Бейкер Л.Е. Принципы прикладной биомедицинской аппаратуры. М.: Мир, 2010, с. 210–276.
4. Тортова Ж.Т., Дерриксон Б.Х. Основы анатомии и физиологии человека. Пер. с англ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011, с. 334–378.
5. Данн Ф., Тофтс П.С. Аппаратура медицинской визуализации и клинических измерений. СПб: Питер, 2019, с. 184–235.
6. Cohen D., Swerdlow B. Actively Engaged Learning in Biomedical Engineering Education. *Advances in Physiology Education*, 2015, с. 15–27.
7. Mäenpää T., Pahikkala T., et al. Real-Time Signal Processing Exercises for Biomedical Students. *IEEE Transactions on Education*, 2018, с. 320–328.
8. Mathias R.T., Wong F., et al. Clinical Electroretinography: Basic Concepts and Applications. *Progress in Retinal and Eye Research*, 2010, с. 455–497.
9. Gronseth S.L., et al. Integrating Technology into Active Learning Classrooms. *Medical Teacher*, 2015, с. 312–318.
10. McNamee D., Tinkler I. Augmented Reality in Teaching Physiology. *Journal of Biomedical Education*, 2020, с. 41–59.