



Synergic approach to analyzing international experience in training medical engineers

Bakhodir ASKAROV¹, Erkin KULDASHEV², Mamazoir KHUJAMBERDIYEV³

Andijan Machine-Building Institute

ARTICLE INFO

Article history:

Received October 2024

Received in revised form

15 November 2024

Accepted 15 December 2024

Available online

25 January 2025

ABSTRACT

A synergic approach to integrating engineering disciplines is proposed in this study. The primary goal is to enhance the quality of education by examining and leveraging international experience. The curricula of Russian and European universities are analyzed and compared to highlight best practices. The study underscores the necessity of developing an interdisciplinary approach to organizing the educational process in higher education institutions specializing in medical and technical fields. The scientific significance of this work lies in applying the modern concept of synergetics to address complex challenges, including the organization of educational processes. Practically, the study's outcomes can inform the development of the "Engineering and Physical Medicine" specialty curriculum. The core result is the application of a synergic approach to the integration of technology and medicine, demonstrating that effective educational management is achievable only in non-equilibrium and open systems. The value of this research lies in presenting a novel method for improving the quality of traditional education. Additionally, its practical implications extend to the international accreditation of the scientific and educational laboratory at the Andijan Machine-Building Institute (Uzbekistan).

2181-1415/© 2024 in Science LLC.

DOI: <https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol5-iss6-pp152-165>

This is an open access article under the Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>)

¹ Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Andijan Machine-Building Institute. Andijan, Uzbekistan.
E-mail: dr.asqarov@mail.ru

² Candidate of Economic Sciences, Professor, Andijan Machine-Building Institute. Andijan, Uzbekistan.
E-mail: kuldashev@mail.ru

³ Doctor of Medical Sciences, Professor, Andijan State Medical Institute. Andijan, Uzbekistan.
E-mail: khujamberdiyev@mail.ru

Tibbiyot muhandislarini tayyorlashda xalqaro tajribalarni tahlil qilishga sinergetik yondashish

ANNOTATSIYA

Kalit so'zlar:
sinergetika,
ta'lif,
sifat,
tibbiyot muhandisligi,
o'quv jarayoni,
fanlararo yondashuv.

Muhandislik fanlarini integratsiyalashuviga sinergetik yondashuv taklif etiladi. Tahlildan maqsad xalqaro ish tajribasini aniqlash orqali ta'lif sifatini oshirishdan iborat. Rossiya va boshqa Yevropa universitetlarining o'quv dasturlarini o'rganib, ularni qiyosiy taqqoslash masalalari amalga oshirildi. Tibbiy-texnika profilidagi oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini tashkil etishda fanlararo yondashuvni ishlab chiqish zarurligi ko'rsatilgan. Maqolaning ilmiy ahamiyati, xususan, ta'lif jarayonini tashkil etish jarayonini o'z ichiga olgan murakkab muammolarni hal qilish uchun sinergetikaning zamonaviy konsepsiyasidan foydalanish zarurligi asoslab berilgan. Ishning amaliy ahamiyati "muhandislik va fizika tibbiyoti" mutaxassisligi bo'yicha o'quv jarayonini tashkil etishning natijalaridan foydalanib ilmiy xulosa qilindi. Maqolaning asosiy natijasi texnologiya va tibbiyot integratsiyasiga sinergetik yondashivi ilmiy asoslangan. Sinergetik yondashuv shuni ko'rsatadiki, ta'lif jarayonini samarali boshqarish faqat muvozanatsiz va ochiq tizimlarda mumkinligi aniqlandi. Tadqiqotning ahamiyati an'anaviy ta'lif sifatini oshirishning yangi usulini ko'rsatish bilan bog'liqdir. Maqolaning amaliy ahamiyati Andijon mashinasozlik instituti (O'zbekiston) qoshidagi ilmiy-o'quv laboratoriyasini xalqaro akkreditatsiyadan o'tkazish masalalari bilan bog'liqdir.

Синергетический подход к анализу международного опыта подготовки медицинских инженеров

АННОТАЦИЯ

Ключевые слова:

синергетика,
образование,
качество,
медицинская инженерия,
учебный процесс,
междисциплинарный
подход.

В работе предложен синергетический подход к интеграции инженерных дисциплин, направленный на повышение качества образования через изучение международного опыта. Проведен анализ учебных программ России и университетов Европы, на основе которого выполнено их сравнение. Обоснована необходимость развития междисциплинарного подхода к организации учебного процесса в вузах медицинского и технического профиля. Научная значимость исследования заключается в применении современной концепции синергетики для решения сложных задач, включая процесс организации образовательного процесса. Практическая значимость состоит в возможности использования полученных результатов при организации учебного процесса по специальности «инженерно-физическая медицина». Основным итогом работы является разработка

подхода, основанного на синергетике, для интеграции инженерии и медицины. Синергетический подход демонстрирует, что эффективное управление образовательным процессом возможно только в неравновесных и открытых системах. Ценность исследования заключается в указании нового пути повышения качества традиционного образования. Практическая значимость также связана с вопросами международной аккредитации научно-образовательной лаборатории при Андижанском машиностроительном институте (Узбекистан).

ВВЕДЕНИЕ

Потребность реформирования системы высшего образования в Узбекистане вызвана глобализацией в обществе, интернационализацией образования, трансформацией действующих университетов в академические инновационные университеты. Для успешного развития инновационного образования необходимо тесное взаимодействие учебной деятельности и научных исследований, целенаправленное формирование у студентов знаний и умений (компетенций) с учетом отечественных и зарубежных аналогов образовательных программ обучения. Особо следует необходимость применения современных методов синергетики к информационным средствам обучения [12].

В Европе образовательные программы по клинической инженерии всех уровней предлагаются по трём направлениям: интегрированные, специальные и междисциплинарные, которые иллюстрируют различные системы. С целью усовершенствования разработанной нами учебной программы и адаптации её для наших условий было проведено исследование европейского подхода к подготовке специалистов по медицинской инженерии.

Медицинскую инженерию рассматриваем, как новую область в клинической медицине, основной задачей, которой является диагностика и лечения больных в клинических условиях путем использования методов инженерной науки [4; 6].

С 2020 по 2024 учебные годы профессором З. Б. Жураевым (Андижанский машиностроительный институт, Узбекистан) была разработана предварительная межвузовская программа подготовки бакалавров и магистрантов по биомедицинской инженерии. Для реализации данной образовательной программы налаживается взаимодействие с некоторыми зарубежными учебными заведениями на основе образовательного договора. В состав данного консорциума вошли в качестве партнера Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербургский электротехнический университет "ЛЭТИ" (Российская Федерация) и Сетубальский политехнический университет (Португалия). В данной статье приводятся результаты анализа образовательных программ некоторых стран Европы по клинической инженерии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Программы по клинической инженерии ведущих Российских вузов.

В России ведется подготовка кадров по обслуживанию медицинского оборудования, и их называют инженерами по медицинской технике. В Московском энергетическом институте (Национальный исследовательский университет

«МЭИ») студенты в процессе обучения осваивают проектирование биотехнических и медицинских аппаратов и систем, информационно-измерительных систем, по программе обучения бакалавриата «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Данная программа обучения базируется на взаимосвязи двух областей знаний: техники и медицины и ориентирована на здравоохранение, включая контроль среды обитания человека.

Обслуживание современного медицинского оборудования требует знание систем автоматизации и электронной техники. Поэтому интересно в этом плане программа «Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы», разрабатываемая МИРЕА – Российским технологическим университетом в Москве. В подготовке современных кадров по медицинской диагностике представляют особый интерес следующие дисциплины, которые входят в данную программу:

- Оптико-электронные комплексы приема и обработки изображений;
- Методы и средства обработки видеоданных;
- Системы обнаружения, распознавания и измерения параметров объектов наблюдения.

С нашей точки зрения является полезным обмен учебными пособиями и специалистами с этим учебным заведением. Анализ учебной программы другого вуза России (МЭИ) «Приборы и методы контроля качества и диагностики» показывает, что студенты получают базовую математическую, естественно – научную подготовку и в профессиональный цикл дисциплин входят:

- Электроника и микропроцессорная техника;
- Материаловедение;
- Методы обработки информации;
- Ультразвуковые измерения.

Эти дисциплины представляют интерес в медицине, с точки зрения автоматизации при подключении нестандартной техники к медицинскому оборудованию в исследовательских целях.

По программе бакалавриата «Инженерное дело в медико-биологической практике» в Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете) (МАИ), в Москве, студенты получают подготовку по физико-математическому циклу и компьютерным технологиям. Включенные в программу обучения следующие дисциплины:

- Системный анализ;
- Биофизические основы живых систем;
- Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий;
- Биомедицинское материаловедение;
- Технология производства изделий биомедицинской техники;
- Методы исследования биологических наноструктур;
- Приборы и оборудование для исследования наноматериалов;
- Реабилитационная инженерия;
- Безопасность и надежность медицинской техники;
- Нанотехнологии в биомедицине;
- Технология наноматериалов.

По программе бакалавриата «Компьютерные технологии в медицинской физике», реализуемой в Саратовском национальном исследовательском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского (г. Саратов), студенты получают фундаментальную подготовку по ключевым дисциплинам.

Во время обучения бакалавры изучают общую и теоретическую физику, высшую математику, программирование, а также биофизику и основы медицины. Помимо этого, они осваивают специализированные предметы, направленные на применение современных компьютерных технологий в медицинской физике:

- **Радиационная физика и биомедицинская нанотехнологии;**
- **Медицинская электроника и измерительные преобразователи;**
- **Физические методы в биологии и медицине;**
- **Основы интроскопии.**

Программа «Нелинейные процессы в микроволновых системах», реализуемая в Саратовском национальном исследовательском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского, выделяется соответствием самым высоким требованиям современной медицинской практики. Она охватывает широкий спектр актуальных направлений медицинской науки, интегрируя передовые технологии и подходы в области микроволновой диагностики и терапии:

- Теория катастроф;
- Теория динамических систем;
- Динамический хаос;
- Физика открытых нелинейных систем;
- Избранные вопросы нелинейной физики;
- Нелинейная динамика активных сред;
- Синергетика;
- Динамическое моделирование и диагностика.

В этом плане примечателен опыт Казанского университета. Профессиональная направленность этого вуза включает изучение физических принципов конструирования современной исследовательской аппаратуры, освоение методов проектирования, разработки, испытаний, эксплуатации информационно-измерительных, биотехнических и медицинских аппаратов и систем. Специальность базируется на взаимосвязи нескольких областей знаний: физики, биологии и медицины:

- Лазерная техника в медицине;
- Современные проблемы кардиологии;
- Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) в биомедицинских приложениях;
- Основы позитронно-эмиссионной томографии;
- Системы ультразвуковой диагностики;
- Современные биотехнические системы;
- Физические принципы аппаратуры медицинского назначения;
- Методология биологических и биомедицинских экспериментов;
- Радиационная физика в биомедицине;
- Компьютерная томография;
- Основы ЯМР;
- Современные томографические методы.

Фундаментальная подготовка по физике, медицинской электронике, программированию и медицине в сочетании с практической работой в ведущих онкологических центрах обеспечивает востребованность выпускников РТУ МИРЭА (Москва) на рынке труда.

- Основные профильные дисциплины этого вуза:
- Биомедицинская диагностическая аппаратура;
- Медицинские приборы, аппараты и оборудование;
- Техническое обслуживание и эксплуатация медицинского оборудования;
- Радиофизические и радиологические медицинские системы;
- Метрология, квалиметрия и стандартизация в медицине;
- Управление медицинскими биотехническими системами;
- Основы биофизики и биохимии клетки;
- Физиология человека и здоровье сберегающие технологии;
- Математические основы биомедицинских ЭВМ;
- Основы проектирования медицинских ИТ технологий.
- Экономика и организация производства инновационной биомедицинской техники;
- Управление медицинской техникой и оборудованием в рамках обеспечения внутреннего контроля безопасности.

Уникальность программы «Медицинская и биоинженерная физика» бакалавриата, СПбПУ Петра Великого в Санкт-Петербурге в том, что она сочетает углубленную физико-математическую подготовку с медико-биологическим образованием [11]. В процессе подготовки будущих специалистов интегрируются знания в области физики, математики, химии, механики, информатики, анатомии, биологии, медицинской физики, гистологии, микробиологии и вирусологии, фармакологии, генетики и других клинических дисциплин.

В подобной интеграции медицинская биофизика выступает мостиком между медико-биологическими и физико-математическими дисциплинами, обеспечивая фундаментальность подготовки выпускников. Важнейшим элементом учебного процесса является научно-исследовательская работа. Она является обязательной дисциплиной в учебном плане.

Дисциплины, формирующие специальные знания, сосредоточены в профессиональном цикле. Это, прежде всего, инженерная и компьютерная графика, курсы математической и теоретической физики, электроника и схемотехника (медицинская электроника, электронная и медицинская аппаратура в диагностике и оценке функционального состояния человека). Медико-биологические дисциплины представлены анатомией, биомеханикой, физиологией, медицинской биофизикой, физиологией, фармакологией и клиническими дисциплинами (терапевтическими и хирургическими науками).

Программа «Физическая и биомедицинская электроника» бакалавриата, СПбПУ Петра Великого в Санкт-Петербурге дополняет вышеприведенную программу данного вуза. В ней дисциплины, формирующие специальные знания, содержатся в профессиональном цикле. Это, прежде всего, курсы математической и теоретической физики (механика, электродинамика, квантовая механика, статистическая физика), электроника и схемотехника, квантовая электроника и специальные вопросы микро- и наноэлектроники.

Из дисциплин медицинского цикла можно выделить такие, как анатомия и физиология, биофизика, медицинская физика, физические основы медико-биологических исследований. Важное место в учебном плане занимает научно-исследовательская работа в лабораториях кафедры, по результатам которой студенты готовят и защищают выпускные бакалаврские работы.

Особенности Европейской системы образования. Модернизация европейской системы образования в настоящее время идет по пути устранения различий, связанных с национальными традициями, и развития академической мобильности студентов, преподавателей, ученых. Для этого необходимо добиться взаимного признания дипломов и образовательных программ, т. е. их соответствия определенному минимуму требований. Международная федерация по биомедицинской инженерии (IFMBE) уже поставила вопрос о необходимости координации и унификации программ по биомедицинской инженерии (БМИ). В Европе программы по БМИ всех уровней предлагаются более чем 150 университетами, университетами прикладных наук, политехническими школами и академиями. Существуют три типа программ по БМИ: интегрированные, специальные и междисциплинарные. Все они иллюстрируют различные системы в Европе. Интегрированная программа представлена в основном бакалаврским уровнем (но также существует и магистерский уровень). Базовые дисциплины программы начинаются уже с первого курса, и обучение продолжается 3–4 года. Специальная программа обычно организуется на магистерском или докторском уровнях (postgraduate studies) и рассчитана на 2–3 года. Междисциплинарные программы базируются на широком диапазоне инженерных знаний. В них дисциплины БМИ представлены на старших курсах (иногда как дисциплины по выбору для небольшой группы студентов). Продолжительность таких программ обычно 5 лет.

Европейский опыт подготовки специалистов медико-технического профиля. В университете Загреба был проведен анализ рынка труда для выпускников по БМИ. Предполагалось, что в первую очередь это должны быть промышленность и сервисная служба (поддержка системы здравоохранения). Однако в связи с политическими и экономическими изменениями в Европе и мире начиная с 1990х гг. во многих странах медицинская промышленность переживала не лучшие времена, а сервисная служба существенно зависит от экономики страны и финансовых возможностей лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ). Кроме того, не был определен профессиональный и социальный статус специалиста по БМИ в ЛПУ. Биомедицинский инженер и (или) клинический инженер воспринимается системой здравоохранения только как специалист по ремонту оборудования. Академическая мобильность и сотрудничество университетов дают возможность специалистам с Востока повысить уровень базовых знаний и инженерных навыков на Западе. Поэтому достижение международного признания странами Европы программ по БМИ и профессиональной квалификации выпускников чрезвычайно актуально. С этой целью были проведены специальные конференции (BIOMEDEA) в Нидерландах, Польше, Германии, где обсуждались структура и содержание бакалаврской и магистерской программ по БМИ, критерии для приема студентов, аккредитация и сертификация профессионалов, работающих в системе здравоохранения, и другие

темы. Было признано, что необходимо создать международную программу по БМИ, в которой учитывались бы происходящие в системе здравоохранения реформы, нацеленные на снижение затрат и требующие подготовки специалистов, способных внедрить новые информационные, коммуникационные, не инвазивные или минимально инвазивные медицинские технологии. Более того, превентивная медицина и пропаганда здоровья также базируются на новых технологиях, в том числе на Интернете и мультимедиа. Все эти технологии должны быть в основе знаний по БМИ.

Придавая особое значение роли биомедицинского и (или) клинического инженера в ЛПУ и признавая, что более 80 % всех диагностических и терапевтических процедур осуществляется с помощью различных медицинских приборов, поставлен вопрос о признании в клинике в качестве «медицинских работников» профессионалов с инженерным образованием, обеспечивающих исправную работу медицинской техники. Поскольку биомедицинская техника и наука развиваются в направлении создания центров компетенции, соединенных соответствующими сетями, биомедицинский инженер должен стать специалистом в той или иной области биомедицинской инженерии и пройти индивидуальный образовательный путь. Такое индивидуальное образование можно обеспечить только через мобильность и сопоставимость программ. Будущее покажет, можно ли обеспечить качественное образование по БМИ с помощью новых технологий, подобных дистанционному обучению. Для биомедицинского инженера чрезвычайно важны знания о специфическом оборудовании, умения и навыки, которые наилучшим образом формируются на основе практики и в клинической среде.

Образование по биомедицинской инженерии в Италии. В 1968–69 гг. были открыты программы по биомедицинской электронике в университетах Падуи и Неаполя, биоэнергетике и биоэлектронике в политехническом университете Милана. Курсы последипломного образования по биомедицинской технике появились в 1971–72 гг. в университете Неаполя, а в 1982 г. консорциумом из двух университетов (Милана и Болоньи) открыл докторскую программу по биоинжинирингу (PhD). В 2000 г. 150 бакалаврских курсов по БМИ уже существовали в 19 университетах Италии, в то время как PhD и магистерские курсы по БМИ открылись только в девяти университетах.

В соответствии с реформой высшего образования в Европе начиная с 2001 г. в Италии был принят новый образовательный цикл, включающий в себя первый уровень образования (3 года), затем второй двухлетний уровень со степенью специалиста и (или) магистра и третий уровень – PhD (научная степень, 3 года). Подготовка ведется по двум научно образовательным направлениям университетского уровня: «Электроника информатика биоинженерии» и «Промышленная биоинженерия». PhD степень по биоинженерии доступна выпускникам второго уровня обучения. Начиная с 1982 г. Итальянское научное общество по биоинженерии ежегодно проводит тематическую школу по БМИ в Bressanone. В настоящее время в университетах Болоньи, Генуи, Милана, Неаполя, Падуи, Пизы, Рима («La Sapienza» и «Campus Biomedico»), Турине и Триеста предлагаются программы по БМИ первого уровня (3 года), а в ближайшее время будут внедрены программы второго уровня (специалист, 2 года). Остальные

университеты предлагают только специальные курсы или некоторые модули по БМИ в рамках других инженерных программ. Между прочим, в Италии специалисты, которые намерены работать на инженерной должности, должны зарегистрироваться в Итальянском совете инженеров (*Ordine degli Ingegneri*). Советом сформированы две секции: секция А – для тех, кто получил степень специалиста по технике (инженер), и секция В – для тех, кто имеет степень по технике (младший инженер).

В Италии пока не существует понятия «клинический инженер». Но для инженеров, работающих в госпиталях, в структурах системы здравоохранения или в медицинской промышленности организуются курсы повышения квалификации. Необходимость создания единого образовательного пространства в Европе в рамках Болонского процесса требует от европейских университетов перехода от одноуровневой (традиционной) системы образования к многоуровневой, внедрения системы зачетных единиц (кредитов), а от итальянского министерства образования и науки – разработки и внедрения системы сертификации и аккредитации образовательных университетских программ, определения минимальных требований к курсам обучения по биомедицинской технике.

Биомедицинская инженерия в Эстонии. Деятельность в области БМИ в Эстонии началась в Таллиннском техническом университете (ТТУ) в 1993г. с введения специализации в рамках программы по компьютерной технике. Затем были созданы Центр биомедицинской инженерии и Общество по БМИ и медицинской физике. В 1996 г. в ТТУ была открыта программа по электронике и биомедицинской технике, а в 2001 г. – магистерская и докторская программы по БМИ и медицинской физике. В 1996 г. в ТТУ была открыта программа по электронике и биомедицинской технике, а в 2001 г. – магистерская и докторская программы по БМИ и медицинской физике.

Однако эти программы не сразу получили признание по причине отсутствия национальной медицинской промышленности (за исключением малых предприятий), а также отсутствия в ЛПУ инженерных должностей. С 2002 г. в Эстонии в соответствии с требованиями и рекомендациями Болонской декларации начался переход на новую многоуровневую схему высшего образования: бакалавриат (3 года, 120 кредитов, специальные курсы по БМИ отсутствуют); магистратура (2 года, 80 кредитов, включает специальные предметы); PhD программа (4 года, 160 кредитов, подготовка исследователей и специалистов высшего уровня). К магистерской программе допускаются студенты, имеющие степень бакалавра по технике и физике или наукам о жизни.

В программе обучения предусмотрены такие компетенции, как:

- 1) знания по биологии, медицине, технике и физике, и их применению в биомедицине;
- 2) навыки по информационным технологиям, устной (письменной) коммуникации, исследованиям и развитию;
- 3) организационные навыки; умение работать и поведение в коллективе; понимание биомедицинской этики, знание принципов проведения исследований с учетом этических норм.

Пример разработки новой совместной магистерской программы «Медицинские технологии» в Германии. Цель новой магистерской программы, разработанной университетом прикладных наук совместно с университетом

Любека (Германия) – подготовить инженеров с техническим образованием к работе в области медицинских технологий, базирующихся на научных знаниях. Обучение ведется на английском языке. К программе допускаются бакалавры или инженеры по одной из следующих областей: электроника, информационные технологии, механика, физика, производственные процессы, технология материалов, медицинские технологии. Учебный процесс включает в себя три семестра и начинается с зимнего семестра. В табл. 1 приведены перечни дисциплин первого семестра для студентов с техническим базовым образованием, в табл. 2 – со степенью по профилю данной магистерской программы («Медицинские технологии»). В табл. 3 приведен учебный план второго семестра, который является общим для всех студентов.

Таблица 1.

Учебный план

Учебный план первого семестра для студентов с техническим базовым образованием			
Дисциплина	Количество часов в неделю		Кредитные единицы
	Лекции	Практика	
Анатомия (Физиология)	4	-	6
Гигиена и стерилизация	2	-	3
Токсикология	2	-	3
Медицинская микробиология	-	2	3
Биофизика	2	-	3
Биомеханика	2	-	3
Медицинские Технологии (МТ)	4	-	6
Курсовая работа по МТ		2	3
Итого	16	4	30

Таблица 2.

Учебный план

Учебный план первого семестра для студентов с профильным базовым образованием			
Дисциплина	Количество часов в неделю		Кредитные единицы
	Лекции	Практика	
Обработка сигналов (ОС)	2	-	3
Курсовая работа по ОС	-	2	3
Медицинская электроника (МЭ)	2	-	3
Курсовая работа по МЭ			
Материалы	-	3	4,5
Фотоника (Ф)	3	-	4,5
Курсовая работа по Ф	2	-	3
Методология проектирования (МП)	-	2	3
Курсовая работа по МП	2	-	3
Итого	11	9	30

Таблица 3.
Учебный план

Дисциплина	Количество часов в неделю		Кредитные единицы
	Лекции	Практика	
Технология программирования (ТП)	2	-	3
Курсовая работа по ТП	-	1	1
Клиническое применение МТ, проект	-	4	6
Делопроизводство	2	-	3
Делопроизводство, курсовая работа	-	2	3
Инновационный маркетинг и менеджмент	2	-	3
Специализация: 2 проекта по 3 часа каждую неделю	-	6	9
Итого	6	13	28

По окончании второго семестра предусмотрена внешняя практика в течение 8 недель (8 кредитных единиц). Третий семестр полностью отведен для подготовки и написания магистерской диссертации (Master's thesis) и оценивается 24 кредитными единицами. В результате вся магистерская программа составляет 90 кредитных единиц. По окончании магистратуры студенты могут работать в различных областях, связанных с медицинскими технологиями: от исследований и развития до торговли и сервисного обслуживания. Госпитали, включая инспекторские службы и исследовательские организации, обеспечивают широкий диапазон возможностей трудоустройства для выпускников. Новая программа поддерживается DAAD (Немецкая служба академических обменов).

Биомедицинская инженерия в Нидерландах. В университете Твенти с 1960 г. очень активно ведутся научные исследования по БМИ. И, как следствие, была организована специализация по БМИ для студентов, обучающихся на инженерных специальностях, в виде специальных курсов и исследовательских проектов. В 2001 г. в университете была открыта пятилетняя образовательная программа, включающая бакалавриат (3 года) и магистратуру (2 года).

Анализ потенциального рынка труда для выпускников программы с учетом наличия подобных образовательных программ в других университетах (в том числе в университете Eindhoven, Нидерланды) позволил определить три основные области для новой образовательной программы: материалы и ткани, возмещение утраченных функций, технологии здравоохранения. Первые 2 года (по три семестра каждый) студенты изучают основы техники и биомедицины, а также математику, информационные технологии, основы психологии и этики.

В каждом семестре (триместр) предусмотрены проекты. Все образовательные методы нацелены на достижение студентами требуемых компетенций. В табл. 4 приведен перечень дисциплин для каждого триместра первого и второго курсов. Третий год обучения в бакалавриате включает триблока, каждый из которых оценивается 14 кредитными единицами

(1 кредитная единица эквивалентна 40 часам студенческой работы): 1) специализация в области БМИ (должна быть выбрана); 2) дополнительный набор различных дисциплин; 3) проект (исследование или развитие).

Двухлетняя магистерская программа фокусируется на одной из выбранных областей специализации и построена на комбинации обязательных дисциплин, сопровождаемых курсовыми проектами, и дисциплин по выбору. В связи с тем, что в данной программе задействованы представители разных (учебных и исследовательских) подразделений университета, за качество учебного процесса в каждом триместре отвечает координатор, который регулярно встречается с директором программы для обсуждения и решения текущих вопросов.

Таблица 4.

Перечень дисциплин

Перечень дисциплин, изучаемых на первом и втором курсах		
Триместр	Первый курс	Второй курс
Первый	Биомеханика Анатомия и физиология человека	Биосистемы Нейрофизиология
Второй	Биохимия Микробиология	Информационные технологии Медицинская электроника Организация и менеджмент здравоохранения
Третий	Биофизика Физиологические измерения	Термодинамика и транспорт Развитие и дегенерация человека

Междисциплинарная образовательная программа «Технологии здравоохранения». Развитие информационных и коммуникационных технологий требует подготовки специалистов, способных внедрять и использовать новые технологии в здравоохранении. Образовательные программы, отвечающие новым требованиям рынка труда, связанного с медицинскими технологиями, должны быть нацелены не только на тех, кто имеет базовое техническое образование, но и на тех, кто имеет базовое медицинское образование.

В связи с этим в университете Лондона была разработана новая междисциплинарная магистерская программа «Технологии здравоохранения», цель которой – обеспечить: хорошую теоретическую подготовку по базовым научным и медицинским дисциплинам, связанным с технологиями здравоохранения; понимание научных основ клинических и технических проблем в области здравоохранения и возможностей их решения с помощью современных технологий. Программа является междисциплинарной, отражающей сложности системы здравоохранения, гибкой и модульной с учетом возможностей рынка. Студентам предлагается 60 учебных модулей, из которых они должны выбрать 10. Такое множество модулей связано с тем, что программа предназначена для широкого круга потенциальных студентов с различным базовым образованием,

например: биомедицинская инженерия, информационные технологии, фармацевтика, радиография, медицина (врач общей практики, врач интенсивной терапии).

Каждой категории поступающих предлагается соответствующего портфолио модулей, в наибольшей степени отвечающий их профессиональным потребностям. Студенты обучаются по дневной или вечерней форме. Ряд модулей предлагается в электронном виде (e-learning). Для расширения профессиональных возможностей выпускников на рынке труда развитие программы идет по пути включения новых модулей, в том числе телемедицины, ГИС технологии в здравоохранении, а также разработки специализаций для каждого модуля, например, технологии обработки изображений, менеджмент технологий здравоохранения, биоинформатика и компьютерные технологии в здравоохранении. Причем в каждом модуле кроме обязательных дисциплин содержатся дисциплины по выбору.

Новая междисциплинарная магистерская программа по технологиям здравоохранения отражает реальные процессы в системе охраны здоровья и ее потребности в специалистах медико-технического профиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В высших учебных по медицине и технике для организации медико-инженерного обучения можно использовать потенциал многих технических вузов. Для повышения качества медицинского обслуживания необходимо, интегрировать следующие направления подготовки кадров высшей квалификации.

1. Автоматизированные системы управления медоборудованием.
2. Медицинская физика и кибернетика.
3. Неинвазивные медтехнологии.

Повышение качества медицинского образования требует интеграции научных, медицинских и технических дисциплин. При этом особо следует отметить необходимость привлечения к образовательным процессам научной методологии синергетики [12]. Программа обучения, именно при выполнении этих требований, открывает совершенно новую концепцию развития медицины.

Повышение качества образования требует внедрение новых научных знаний путем согласования современных требований общества, поэтому учебные заведения должны разработать новых образовательных программ и создавать новые возможности адаптации к обществу, основанные на инновационных знаниях, а также обеспечивать потребности рынка труда в условиях формирования глобальных условий мирового порядка. Концепция синергетического подхода совместного использования компьютерной и бумажной книги освещены в новом поколении учебников по медицинской технике и информационным технологиям [13; 14].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ:

1. Аскаров Б. К вопросу моделирования некоторых биомедицинских процессов. 5 – Республиканская конференция по физической электронике, Ташкент: 2009, с.155.
2. Аскаров Б., Оксенгендлер Б.Л., Тураева Н.Н., Каримов З.И., Рафикова З.Б. О синергетическом подходе к понятию нормы патологии функционирования живых систем. Узбекский физический журнал, 2011, том 13, №2 с. 144-148.

3. Dhar D., Ramaswamy R. Exactly Solved model of Self-organized critical Phenomena / Phys.Rev.Lett,1989, v.63, N16, p.1659-1662.
4. Goldberger A. L. Non-linear dynamics for clinicians: chaos theory, fractals, and complexity at the bedside. Lancet, 1996, 347, p.1312–1314.
5. Grassberger P., Procaccia J. Characterization of strange attractors. Phys. Rev. Lett., 1983, 50, p.346-349.
6. *John Denis Enderle; Joseph D. Bronzino.* Introduction to Biomedical Engineering (неопр.). – Academic Press, 2012. – С. 16.– ISBN 978-0-12-374979-6.
7. Kuldashev E., Abdusamatov Q. TATU Farg'ona filialida o' yo'l "Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va telekommunikatsiyalar soxasidagi zamonaviy muammolar va ularning muammolari" mavzusidagi konferensiya to'plami "Axborot resurs markazlarini Intellektual boshqaruv" 2022y.
8. Kuldashev E., Yokubjonov, S. Tadqiq va tatbiq ilmiy-uslubiy jurnal// 5-son, Tom-02. "Ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish uchun kompyuter orqali yuk tashish 2024"
9. Kuldashev E., Tojidinov M.E. Andijon mashinasozlik institutida o'tkazilgan "Axborot oqimlari va intellektual tizimlarning ijtimoiy, iqtisodiy va texnik-texnologik tarmoqlardagi o'rni" mavzusidagi konferensiya to'plami, "Suniy intellekt tizimlarini joriy qilish taraqqiyot asosidir" 2023 y.
10. Kuldashev. E, Xudoyberdiyev. M Intellektual boshqarish va kompyuter tizimlari fanlarini o'rganish muammolari va yechimlari. "Mexatronika va robototexnika: muammolar va rivojlanish istiqbollari" mavzusida I xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2021 yil. 164-170 tikish.
11. Сборник задач по инженерной биологии. – Москва: Исследовательское сообщество, 2016. – 54 с. – [doi:10.2139/ssrn.2898429](https://doi.org/10.2139/ssrn.2898429).
12. Хакен Г. Синергетика. Под.ред. Климонтовича Ю.Л. и Осовца С.М. -М.:Мир, 1980. 404 с.
13. Хўжамбердиев М., Асқаров Б. Тиббиётда ахборот технологиялари, дарслик, Андижон:Andijon nashriyot-matbaa, 2022, 192 бет, ISBN:978-9943-9260-1-1.
14. Хўжамбердиев М., Асқаров Б., Тиббиётда техника ва технологиялари, дарслик, Андижон:Andijon nashriyot-matbaa, 2023, 200бет, ISBN:978-9910-9485-1-0.