

## СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НАПРАВЛЕНИЙ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

С.В. Фролов, М.С. Фролова, С.Г. Фареев

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

**Ключевые слова и фразы:** биомедицинская инженерия; медицинская физика; медицинская информатика; медицинская техника; клиническая инженерия; тканевая инженерия.

**Аннотация:** В статье дается толкование термина «биомедицинская инженерия», проведена современная классификация направлений биомедицинской инженерии, представлены мировые лидеры – страны и компании, работающие в области биомедицинской инженерии.

В настоящее время термин «инженерия» прочно вошел в обиход. На слуху такие словосочетания, как пищевая, химическая, программная инженерия и др. Согласно толковому словарю русского языка С.И. Ожегова, инженерия – это инженерное дело, творческая техническая деятельность. Несколько десятилетий назад возникла новая ветвь науки – биомедицинская инженерия. Рассмотрим толкование термина «биомедицинская инженерия».

Термин «биомедицина», введенный в США, родился на стыке двух наук: медицины и биологии. В основе биомедицины лежит использование идей и технологий, разработанных в биологических науках и нацеленных на решение медицинских проблем.

Медицинская инженерия, называемая также биомедицинской инженерией, является междисциплинарной отраслью и комбинирует знания из области естественных наук и техники со знаниями биологии и медицины. В англоязычной литературе эта наука называется «Biomedical Engineering» («Medical Engineering»), в немецких источниках – «Biomedizintechnik» («Medizintechnik»).

Деятельность специалистов по биомедицинской инженерии включает в себя познание функционирования живых организмов, разработку новых приборов, алгоритмов, процессов и систем с помощью инновационных применений экспериментальных и аналитических методов, основанных на инженерных науках, знаниях в биологии, медицине и улучшающих систему здравоохранения.

Биомедицинская инженерия имеет весьма обширную область знаний, которую ни один специалист или предприятие не может охватить полностью в своей деятельности. Целесообразно специализироваться в отдельных важных направлениях. Предлагается подразделять биомедицинскую инженерию на следующие разделы и подразделы, которые являются в настоящее время значимыми. Это поможет выбрать специализацию в области биомедицинской инженерии.

### 1. Медицинская физика

**1.1. Устройства по радиационной защите** созданы для ослабления поражающего действия ионизирующих излучений. Включает в себя профессиональную защиту от радиации (защита рабочих), медицинскую защиту от радиации (защита пациентов), общественную защиту от радиации (защита населения).

**1.2. Лучевая терапия** – медицинская предметная область, которая занимается медицинскими применениями ионизированного излучения для лечения людей и животных. **Дозиметрия** – приборы и методы для измерения дозы или мощности дозы ионизирующего излучения за некоторый промежуток времени.

**1.3. Компьютерное моделирование.** На основе установленных закономерностей и количественных данных исследований создаются модели биологических процессов и структур. Соответствующие количественные модели могут предсказать поведение биологической структуры, системы или организма в зависимости от внешних воздействий, лечения, развития болезни или старения. Имитационные модели могут использоваться и в образовательных целях.

### 2. Медицинская информатика

**2.1. Статистические методы.** Широко используются методы математической статистики при обработке результатов биологического эксперимента и медицинской статистической информации.

**2.2. Обработка биосигналов** включает анализ и фильтрацию биологических сигналов с помощью методов математики и информатики.

**2.3. Системы коммуникации и информационные системы в медицине** – совокупность взаимосвязанных аппаратно-программных средств для автоматизации обработки медицинской информации. В практической медицине идет широкое внедрение медицинских информационных систем.

**2.4. Обработка изображений** – форма обработки информации, для которой входные данные представлены изображением. Широко применяется в медицине. Разрабатываются специальные форматы представления медицинских изображений, например, DICOM.

**3. Биомедицинская техника** – самый обширный раздел биомедицинской инженерии.

**3.1. Оборудование по диагностической визуализации** является наиболее распространенным и сложным.

Ультразвуковое исследование (**УЗИ**) – неинвазивное исследование организма человека с помощью ультразвуковых волн. УЗИ ввиду относительно невысокой стоимости и высокой доступности является широко используемым методом обследования пациента и позволяет диагностировать онкологические заболевания и наличие других аномалий внутренних органов.

Магнитно-резонансная томография (**МРТ**) – метод исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса. При данном методе выявляются различные патологические процессы, а также он позволяет измерять размер и выявлять любые изменения опухолевых масс или органов.

Рентгеновская диагностика – неинвазивное лучевое исследование внутренних органов и скелета человека.

Компьютерная томография (**КТ**) – один из методов рентгеновского исследования, метод послойной диагностики. На сегодняшний день КТ – стандартный ведущий метод диагностики многих заболеваний головного мозга, позвоночника и спинного мозга, легких и средостения, печени, почек и ряда других органов.

Маммография – рентгеновский метод исследования молочной железы. При исследовании молочная железа помещается на специальную площадку и фиксируется.

Ангиография – это рентгенологическое исследование кровеносных сосудов, производимое с помощью специальных рентгеноконтрастных веществ.

Позитронно-эмиссионная томография (**ПЭТ**) – это метод радионуклидной диагностики, основанный на использовании в качестве метки ультракороткоживущих позитронных излучателей. ПЭТ нашла свое применение в трех областях медицины: онкологии, кардиологии и неврологии.

**3.2. Электрокардиостимуляция** – воздействие электрическими импульсами на сложные механизмы нарушения возбуждения мышечных клеток сердца. Для этого применяется электрокардиостимулятор (**ЭКС**), или искусственный водитель ритма – медицинский прибор, предназначенный для изменения ритма сердца.

**3.3. К малоинвазивным хирургическим методам** относят эндоскопическую хирургию. В полые органы или в брюшную полость во время такой операции через эндоскоп и гибкие фиброаппараты вводятся специальные инструменты-манипуляторы, управляемые хирургом, наблюдающим за своей работой на мониторе. Эндоскопическая хирургия сейчас позволяет избежать обширных полостных операций при различных болезнях.

**3.4. Робототехника** – прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем (роботов). В медицине создаются специальные медицинские роботы, предназначенные для проведения хирургических операций. С помощью медицинских роботов возможно точное позиционирование хирургического инструмента и проведение тонких манипуляций, которые в обычных условиях недоступны хирургу.

**3.5. Лазерная техника** нашла широкое применение в терапии и хирургии.

**3.6. Методы гемодиализа** – внепочечное очищение крови при острой и хронической почечной недостаточности. Во время гемодиализа происходит удаление из организма токсических продуктов обмена веществ, нормализация нарушений водного и электролитного балансов. Наиболее эффективным методом гемодиализа является применение аппарата «искусственная почка».

**3.7. Электромедицина** – терапевтические и хирургические применения электрического тока в медицине. **Биомедицинская измерительная техника** основана на измерении электрофизиологических показателей человека. Например, снятие электроэнцефалограммы, электрокардиограммы, реограммы, спирограммы и др. **Техника медицинского мониторинга** предназначена для наблюдения за жизненными функциями пациента, особенно во время анестезии и интенсивной терапии.

**3.8. Ортопедическая и реабилитационная техника** включает в себя разработку приборов и процедур для того, чтобы расширить возможности инвалидов и чтобы помочь им более эффективно использовать их потенциал. Это вспомогательные средства для выполнения повседневных операций; устройства для передвижения, например, коляски, трости; приспособления для посадки человека; специальные компьютерные устройства, например, модифицированные клавиатуры и мыши; протезы и ортопедические аппараты и т.д.

**3.9. Техника для гигиены** – методики стерилизации и стерилизационное оборудование.

**3.10. Клиническая лабораторная техника** предназначена для анализа образцов, взятых у пациента с целью получения информации, помогающей диагностировать заболевание, оценить эффективность терапии. К этой технике относятся спектрофотометры, автоматические химические анализаторы, хроматографы и т.д.

**4. Биомеханика** – математическое и физическое моделирование физиологических процессов в организме. Например, движение потоков жидкости в организме и перемещение химических веществ через мембраны и синтетические материалы, движение человека. Целью этих исследований является создание искусственных клапанов сердца, искусственных сосудов, искусственных суставов и протезов.

**5. Биоматериалы** – направление биомедицинской инженерии, разрабатывающее биологически совместимые материалы.

**6. Молекулярная биология** изучает механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров (белков и нуклеиновых кислот).

**7. Тканевая и клеточная инженерия** (Tissue Engineering) занимается культивированием и пересадкой живых клеток организма. Тканевая инженерия – это новое направление в науке, целенаправленное создание тканей и органов с заданными свойствами. Это реальная альтернатива пересадке органов [2]. Именно благодаря тканевой инженерии предполагается справиться с такими серьезными заболеваниями, как рассеянный склероз, болезнь Паркинсона, травмы спинного и головного мозга, а также онкологические заболевания.

**8. Клиническая инженерия** (Clinical Engineering). Типичная сфера деятельности клинической инженерии связана с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом медицинского оборудования непосредственно в лечебном учреждении.

В тройку стран – мировых лидеров в области биомедицинской инженерии – входят США, Германия и Япония, а мировыми лидерами рынка продукции в этой отрасли являются следующие производители: Johnson & Johnson (США); General Electric, (США); Siemens (Германия); Baxter International (США); Philips (Голландия); Roche (Швейцария); Becton Dickinson (США); Abbott (США); Zimmer Holdings (США); St. Jude Medical(США); Smith & Nephew (Англия); Fresenius Medical Care (Германия); Biomet (США); Dräger (Германия).

#### *Список литературы*

1. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – М. : АЗЪ, 1994. – 928 с.
2. Meyer, U. Fundamentals of Tissue Engineering and Regenerative Medicine / U. Meyer, Th. Meyer, J. Handschel, H.P. Wiesmann. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. – 1050 p.

#### **Modern Classification of Biomedical Engineering Direction**

**S.V. Frolov, M.S. Frolova, S.G. Farea**

*Tambov State Technical University, Tambov*

**Key words and phrases:** biomedical engineering; medical physics; medical computer science; medical engineering; clinical engineering; tissue engineering.

**Abstract:** The paper explains the term «biomedical engineering», modern biomedical engineering directions are classified, countries and companies which are world leaders in the area of biomedical engineering, are presented.