

проф. Дуглас Лауффенбургер

# Инженерная наука и технология

Данная лекция знакомит с составляющими элементами инженерии и технологии, отраслями работы биомедицинского инженера, а также дается сравнение отношений между инженерией и биологией в прошлом и настоящем.

*Prof. Douglas Lauffenburger*  
*INTRODUCTION TO BIOENGINEERING*

---

Над лекцией работали:

*Переводчики:*

Юлия Гридина

*Редакторы:*

Павел Горенко

*Дизайнеры:*

Роман Семёнов

*Верстальщики:*

Никита Кряжев

*Менеджер проекта:*

Артём Зверковский

*Оснaватель и  
руководитель проекта:*

Ильмир Саитов

---

## КУРСОМИР

Курсомир — это широкомасштабный волонтерский образовательный проект. Мы — сообщество людей, переводящих лекции MIT на русский язык. Такие переводы уже сделаны на многие другие языки: китайский, турецкий, португальский, испанский, корейский и фарси. Теперь настала очередь русского.

Своей целью мы видим снижение барьера входа русскоязычных людей в науку и образовательные курсы на других языках.

# Инженерия и технология

---

План этого занятия:

- Обсуждение составляющих инженерии и технологии.
- Карьерные пути и отрасли работы биомедицинского инженера.
- Сравнение отношений между инженерией и биологией в прошлом и настоящем.

## *Вступление*

Профессор Биологической Инженерии и Химической Инженерии Дуглас А. Лауффенбургер является содиректором Отделения биоинженерии и гигиены окружающей среды. Профессор Лауффенбургер интересуется молекулярно-клеточной биоинженерией и компьютерным моделированием биологических и физиологических систем.

## *Инженерия и технология*

Процесс разработки любого продукта обычно состоит из трех частей: анализа, синтеза и конструирования. Анализ — это процесс изучения функционирования систем. Синтез — это построение системы на практике согласно данным анализа. Оба шага способствуют достижению конечной цели инженерии, которая, как правило, заключается в создании финального дизайна продукта.

Многие различные инженерные дисциплины в МИТ основаны на исключительно чистой науке. Гражданское строительство, машиностроение и электротехника основаны на различных разделах физики. Также разные ветви химии — это основа для химической инженерии, ядерной инженерии и материаловедения. Инженерные дисциплины берут начало из традиционной науки и используют ее для исследований, инноваций и, наконец, проектирования.

Инженерная парадигма все переводит в числа. Она содержит типичные шаги, из которых состоит процесс разработки продукта. Она устанавливает направление и границы исследования. Сначала идея испытывается с помощью компьютерного

моделирования, а потом тестируется в реальной жизни. Оцениваются характеристики отдельных компонентов, и, по мере необходимости проводятся улучшения.

### *Место биологической/медицинской инженерии*

Нынешние дисциплины в МИТ, такие как химическая инженерия, электротехника, мехатроника, материаловедение, и, в скором времени, биоинженерия основаны на общих институциональных научных знаниях биологии, химии, физики и математики. Студенты в любой из этих областей обладают необходимым запасом знаний для изучения связанных с биологией дисциплин. С одной стороны спектра биотехнология, которая обычно применяется в различных отраслях промышленности и в разработке медицинских устройств и фармацевтических препаратов. С другой стороны — это биомедицинская инженерия, которая обычно используется в обустройстве больниц. Использование биоинженерии лежит где-то посередине.

### *Традиционные области карьеры для биомедицинских инженеров*

Обычно работа традиционного биомедицинского инженера не требует больших знаний биологии. По многим причинам, перечисленным и не перечисленным, долгое время в биологии невозможно было применить подходы инженерного анализа и синтеза.

Этот слайд показывает некоторые области, где инженеры опираются на планирование и реализацию навыков полученных в их дисциплинах, чтобы решать проблемы биологии. До недавнего времени, разработка методов визуализации для диагностики конкретного состояния опиралась преимущественно на физику. Конструкция биологических имплантатов, изготовление и установка протезов, и создание приспособлений используемых для восстановления и/или замены частей тела были основаны на знаниях механики и материаловедения. Обработка и доставка лекарственных препаратов в биологические системы была основана на химии.

### *Новое взаимодействие инженерии и биологии*

Молекулярно-генетическая революция в биологии, также известная как проект «Геном человека», позволила нам идентифицировать все 26 000 генов человеческого тела и определить многие их отдельные последовательности. Расшифровка аминокислот в белках и азотистых оснований в нуклеиновых кислотах стимулировала развитие биоинформатики, в которой

огромное значение имеет использование компьютеров для анализа данных секвенирования генетических структур. Вслед за этим, понимание информации, лежащей в основе этих последовательностей, привело к созданию комплексного «списка деталей». Сейчас клеточные и молекулярные компоненты можно легко идентифицировать и манипулировать ими.

Эти успехи в понимании биологии добавили много знаний в наш инструментарий и стимулировали рост взаимодействия биологии и инженерии. Впервые, мы можем взглянуть на биологию с другой точки зрения и с гораздо большим вниманием к деталям. Биологические функции теперь могут пониматься как комплекс «биомолекулярных машин». Механизмы биологических функций могут рассматриваться как «биомолекулярные схемы». Следующие слайды показывают некоторые из множества сфер, которые требуют знаний и практических навыков биоинженера:

1. В прошлом при создании космических скафандров учитывались только механические аспекты, такие как гибкость, прочность и способность переносить изменения внешней среды. Сейчас биоинженеры включают знания физиологии человеческого тела в окончательную разработку дизайна скафандров.
2. Как и дизайн скафандров, дизайн и внедрение имплантата тазобедренного сустава ранее принадлежали исключительно механике. Была изучена механика и подвижность бедра, чтобы создать наилучший металлический заменитель. Сейчас большее внимание уделяется пониманию состава костей и совместимости ткани с имплантатом.
3. МРТ производит изображения тела при помощи сильного магнитного поля и низкоэнергетических радиоволн, и кости не создают при этом помех.
4. Доставка лекарств с их контролируемым высвобождением основывается на знаниях о ферментах и полимерах, и лекарствах, ими разрушаемых.
5. Визуально контролируемая хирургия позволяет записывать хирургический процесс с большой детализацией и позволяет врачам совещаться для сравнения и дополнения.
6. Поиск идеального искусственного сердца для пересадки продолжает сбивать с толку научное сообщество. В прошлом инженеры посвящали усилия созданию конструкции на основе небиологических материалов. Они снова и снова сталкиваются с неудачами, так как сложная биологическая система организма создает тромбы, распознавая металл, пластик и полиэстер как чужеродные вещества и вызывая их отторжение. Сегодня биоинженеры исследуют пути создания искусственного сердца из биоматериалов и, по возможности, других тканей.

7. *Биообработка* — это методы и процедуры подготовки биологического материала, в частности продуктов генной инженерии, для коммерческого использования.
8. Все большее внимание уделяется экологической биоремедиации, чтобы гарантировать экологическую чистоту всех химических процессов.