

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

« 27 » 07

2015 г.

Регистрационный № УД- 183 уч.



ВВЕДЕНИЕ В БИОМЕХАНИКУ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 03 02 Механика и математическое моделирование

2015г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 02-2013 (30.08.2013 г.) и учебного плана № G31-136/уч. (30.05.2013 г.) для специальности 1-31 03 02 Механика и математическое моделирование.

СОСТАВИТЕЛИ:

Ботогова Марина Георгиевна – доцент кафедры био- и наномеханики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой био- и наномеханики
(протокол № 11 от 25.05.15)

Учебно-методической комиссией механико-математического факультета
Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 26.05.2015)



Р. И. Михасев



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биомеханика, как учебная дисциплина, становится необходимой все большему числу научно-технических и медицинских работников как раздел механики структур, спроектированных и созданных природой, а также искусственных биомеханических систем (протезов, искусственных органов). Математической базой для моделирования биоструктур является теоретическая механика сплошных и дискретных сред. Однако при построении моделей биомеханики важно также учитывать протекающие в организме тепловые, химические и физические процессы. Это требует знания законов механики, а также термодинамики и умения применять соответствующие методы.

Данная учебная программа предназначена для студентов высших учебных заведений, основная специальность которых связана с математикой и механикой.

Целями образования по дисциплине «Введение в биомеханику» являются:

- формирование у студентов целостного представления о предмете биомеханики, как современного направления механики в исследовании биологических и медицинских систем.
- ознакомление с основными задачами и проблемами, возникающими в современной медицине и, в частности, в биомедицинской инженерии при разработке протезов некоторых структурных элементов организма;

Задачами являются:

- формирование у студентов навыков построения простейших математических моделей некоторых биомеханических систем с использованием основных законов механики.
- изучение основных законов механики, термодинамики и теории информации, необходимых для моделирования биомеханических систем с учетом физических, тепловых и химических процессов протекающих в живом организме или искусственном органе.

Место учебной дисциплины в системе подготовки студентов. Содержание вводного курса составляет необходимые сведения об основных законах механики, термодинамики и теории информации. Биологические системы являются открытыми (имеет место обмен с окружающей средой энергией, массой, информацией) и далеки от состояния термодинамического равновесия. В связи с этим в общем случае, наряду с законами и методами классической механики, должны использоваться законы и методы неравновесной термодинамики. Характерной особенностью биологических структур является их обмен информацией с окружающей средой и использование ее для управления процессами, протекающими в биомеханической системе. Дается соотношение между основными, естественными дисциплинами (механикой, физикой, биологией, химией), формирующими биомеханику. Даются определение предмета биомеханики как учебной дисциплины, а также как современной науки и основные направления ее развития.

Кратко рассмотрены вопросы построения моделей опорно-двигательной системы человека, в частности двуногой ходьбы, мышечной системы, сердечно-сосудистой, слуховой и зрительной систем.

Связь с другими дисциплинами. Программа курса «Биомеханика» составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам. Его изучение базируется на знаниях из университетских курсов по теоретической механике,

механике сплошной среды, уравнениям математической физики, биологии.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- предмет биомеханики;
- биомеханические характеристики тела человека и его движений;
- общее строение опорно-двигательной системы человека, мышечной системы, сердечно-сосудистой, слуховой и зрительной систем;

уметь:

- построить простейшие математические модели некоторых биомеханических систем.

владеть:

- навыками работы с современными программными средствами численного решения математических и прикладных задач.
- Дисциплина специализации **«Введение в биомеханику»** изучается студентами 3 курса в 5 и 6 семестре очной формы обучения .

В соответствии с учебным планом специальности на изучение дисциплины отводится 86 часов, в том числе аудиторных занятий 52 часа, из них:

3 курс 5 семестр – лекционных – 6 часов, лабораторные занятия –10 часов, УСП – 2 часа.

3 курс 6 семестр – лекционных – 16 часов, лабораторные занятия –16 часов, УСП – 2 часа. Форма текущей успеваемости – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в биомеханику. Предмет и задачи, решаемые в биомеханике.

Биомеханика как учебная дисциплина. Соотношение между основными научно-естественными дисциплинами (механикой, физикой, биологией, химией), формирующими биомеханику. Задачи, решаемые в биомеханике. Методы исследований в биомеханике. Биомеханика - современное направление развитие механики как науки в Беларуси. Вклад биомеханики в решение актуальных задач в современной медицине, биомедицинской инженерии, биологии.

Тема 2. Основные понятия и законы механики сплошных сред, термодинамики и теории информации в моделировании биомеханических структур.

Основные законы и уравнения механики сплошных сред. Законы термодинамики сплошных сред. Некоторые математические модели сплошных сред. Теория информации и второй закон термодинамики, структурный порядок и беспорядок

Тема 3. Механика опорно-двигательной системы для двуногой ходьбы.

Структура опорно-двигательной системы человека. Движение центра масс при двуногой ходьбе в поле тяжести Земли

Уравнения динамики ноги при циркульной ходьбе и анализ по стадиям движения. Описание процесса устойчивой пассивной циркульной ходьбы. Исследование движения системы на устойчивость. Моделирование процесса ходьбы с учетом упругости ног и распределения масс. Моделирование двуногой ходьбы человека с протезом

Моделирование движения антропоморфного робота

Использование физических и математических моделей для исследования прочности организма человека

Тема 4. Механика мышечных тканей. Модель Хилла.

Феноменологические модели мышечных тканей. Модель Хилла. Мощность одиночного сокращения. Моделирование функционирования мышцы на основе структурного подхода. Структурно-феноменологическая модель опорно-двигательной системы человека в целом. Применение в спортивной биомеханике

Тема 5. Механика сердечно-сосудистой системы.

Функциональная схема системы кровообращения. Моделирование динамики сердца. Схема мышечного кровообращения. Механические свойства крови и сосудов. Некоторые модели и законы гемодинамики. Кинетика кровотока в эластичных сосудах. Пульсовая волна. Модель Франка.

Тема 6. Биомеханика слуха. Моделирование реконструированного среднего уха

Строение слухового аппарата и функционирование его составляющих частей. Механические свойства составляющих элементов среднего уха. Простейшие механические модели среднего уха

Классификация патологий и повреждений среднего уха и способы его реконструкции. Моделирование реконструированного среднего уха.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	3 курс 5 семестр							
1	Тема 1. Введение в биомеханику. Предмет и задачи, решаемые в биомеханике.	2						
	Биомеханика как учебная дисциплина. Соотношение между основными научно-естественными дисциплинами (механикой, физикой, биологией, химией), формирующими биомеханику. Задачи, решаемые в биомеханике. Методы исследований в биомеханике. Биомеханика - современное направление развитие механики как науки в Беларуси. Вклад биомеханики в решение актуальных задач в современной медицине, биомедицинской инженерии, биологии.	2						Опрос
2	Тема II. Основные понятия и законы механики сплошных сред, термодинамики и теории информации в моделировании биомеханических структур. Программное обеспечение.	2						
	Основные законы и уравнения механики сплошных сред. Законы термодинамики сплошных сред. Некоторые математические модели сплошных сред. Теория информации и второй закон термодинамики, структурный порядок и беспорядок.	2						Опрос
3	Механика опорно-двигательной системы для двуногой ходьбы	6			10		2	
3.1	Структура опорно-двигательной	2						

	системы человека. Движение центра масс при двуногой ходьбе в поле тяжести Земли.							
3.2	Уравнения динамики ноги при циркульной ходьбе и анализ по стадиям движения. Описание процесса устойчивой пассивной циркульной ходьбы. Исследование движения системы на устойчивость. Моделирование процесса ходьбы с учетом упругости ног и распределения масс. Моделирование двуногой ходьбы человека с протезом.	2			6		2	Индивидуальные задания
3.3	Моделирование движения гимнаста на перекладине. Определение управляющих моментов в суставах гимнаста.	2			4			
3 курс 6 семестр								
4	Механика мышечных тканей. Модель Хилла	4			4		2	
	Феноменологические модели мышечных тканей. Модель Хилла. Мощность одиночного сокращения. Моделирование функционирования мышцы на основе структурного подхода. Структурно-феноменологическая модель опорно-двигательной системы человека в целом. Применение в спортивной биомеханике.	4			4		2	Опрос
5	Тема 5. Механика сердечно-сосудистой системы.	6			6		2	
	Функциональная схема системы кровообращения. Моделирование динамики сердца. Схема мышечного кровообращения. Механические свойства крови и сосудов. Некоторые модели и законы гемодинамики. Кинетика кровотока в эластичных сосудах. Пульсовая волна. Модель Франка.	6			6		2	Опрос
6	Тема 6. Биомеханика слуха. Моделирование реконструированного среднего уха	6			2			

6.1	Строение слухового аппарата и функционирование его составляющих частей. Механические свойства составляющих элементов среднего уха. Простейшие механические модели среднего уха.	4						
6.2	Классификация патологий и повреждений среднего уха и способы его реконструкции. Моделирование реконструированного среднего уха.	2			2			Контрольная работа
	Всего по курсу	26			22		4	

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Чигарев А.В., Михасев Г.И., Борисов А.В.* Биомеханика: учебник.- Минск: Изд-во Гревцова, 2010. - 284 с.
2. *Бранков Г.* Основы биомеханики. – М.: Мир, 1981.
3. *Эбелинг В.* Образование структур при необратимых процессах. – М.: Мир, 1979.
4. *Бегун П.И., Шукейло Ю.В.* Биомеханика: Учебник для вузов. – Спб.: Политехника, 2000. – 463 с.
5. Математические модели и компьютерное моделирование в биомеханике: Учеб. пособие / Под ред. А.В. Зинковского и В.А. Пальмова: СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2004. – 516 с.

Дополнительная

1. *Покатилов А.Е.* Биомеханика взаимодействия спортсмена с упругой опорой. Мн.: Изд. центр БГУ. 2006. 351 с.
2. *Сотский Н.Б.* Биомеханика. Мн.: БГУФК. 2005. 192 с.\

**Примерный перечень
индивидуальных заданий по предмету «Введение в биомеханику»**

1. Определение управляющих моментов в суставах гимнаста, выполняющего большой оборот назад на перекладине.
2. Моделирование реконструированного среднего уха. Строение слухового аппарата и функционирование его составляющих частей. Механические свойства составляющих элементов среднего уха. Простейшие механические модели среднего уха.
3. Модель Франка системы кровообращения.
4. Феноменологические модели мышечных тканей. Модель Хилла. Мощность одиночного сокращения.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

[illegible]