

**РП СФОРМИРОВАНА,
СОГЛАСОВАНА
И УТВЕРЖДЕНА В ЭИОС**

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

Б.1.1.26 Биомеханика

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Бакалавр

Биомедицинские интеллектуальные системы и комплексы

Распределение учебного времени

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук и ученым званием "профессор"	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
старший преподаватель	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Т.П. Воронина
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

(наименование кафедры)			
20.01.2025	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Мухин Игорь Павлович, зав. научной лаборатории ООО "НПФ "Мета-хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании биотехнических систем	знания: математики в инженерной практике при моделировании биотехнических систем умения: применять знания математики в инженерной практике при моделировании биотехнических систем навыки: применения методов математического анализа при разработке, проектировании, конструировании, технологиях производства и эксплуатации биотехнических систем
	ОПК-1.2 Применяет знания естественных наук в инженерной практике проектирования биотехнических систем и медицинских изделий	знания: методы математического моделирования биологических процессов, биотехнических систем и технологий умения: выполнять математическое моделирование биотехнических систем и технологий на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования навыки: моделирования биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения с использованием стандартных программных средств
	ОПК-1.3 Применяет общетехнические знания в инженерной деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем, медицинских изделий	знания: методы анализа и синтеза биотехнических систем умения: разрабатывать модели биотехнических систем, медицинских изделий навыки: проведения анализа и проектирования биотехнических систем, медицинских изделий

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Физика (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Прикладная механика (ОПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии,

реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Кинематика	34	ОПК-1
Лекция. Топография тела человека. Общие данные о теле человека	2	
Лекция. Механическое движение. Система отсчета. материальная точка. Равномерное прямолинейное движение. Равноускоренное движение. Движение по окружности. Элементы описания движения человека.	2	
Лекция. Динамика движения материальной точки. Законы Ньютона.	2	
Лекция. Динамика поступательного движения тела. Центр масс тела. Работа сил, действующих на тело. Мощность. Импульс тела.	4	
Лекция. Законы сохранения. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к лекционным занятиям. Подготовка к практическим занятиям.	20	
Биодинамика	74	ОПК-1
Лекция. Биомеханика двигательного аппарата человека	2	
Лекция. Биомеханика двигательных качеств	2	
Практическое занятие. Биомеханика дыхания.	8	
Практическое занятие. Биомеханика сердца и сосудов.	8	
Практическое занятие. Биомеханика пищеварительной системы.	8	
Практическое занятие. Биомеханика опорно-двигательного аппарата.	6	
Практическое занятие. Биомеханика глаза.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к лекционным занятиям. Подготовка к практическим занятиям.	34	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Биомеханика рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине

Биомеханика, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практических занятий; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины Биомеханика.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины Биомеханика, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины Биомеханика, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины Биомеханика включает выполнение практических работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины Биомеханика.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине Биомеханика является зачёт.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Дубровин, Василий Николаевич. Биология [Текст] : курс лекций / В. Н. Дубровин, Ю. Е. Третьякова. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 135 с. Экземпляры: всего 71.	71
2.	Дубровин, Василий Николаевич. История бионики [Текст] : конспект лекций / В. Н. Дубровин, А. С. Наумов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 101 с. Экземпляры: всего 72.	72 / https://portal.volgatech.net/books/Dubrovin,_Naumov_istorija_bioniki.pdf
3.	Бегун, Петр Иосифович. Биомеханика [Текст] : учебник для техн. и биол. специальностей ун-тов и вузов / П. И. Бегун, Ю. А. Шукейло. Санкт-Петербург: Политехника, 2000. - 462 с. ISBN 5-7325-0309-5. Экземпляры: всего 14.	14
4.	Биофизика для инженеров [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 653900 "Биомед. техника" и направлению подгот. бакалавров и магистров 553400 "Биомед. инженерия"] : в 2-х т. / Е. В. Бигдай [и др.] ; под ред. С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). Т. 2 : Биомеханика,	20

	информация и регулирование в живых системах, 2008 ISBN 978-5-9912-0049-3. Экземпляры: всего 20.	
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	407 (III)	Автоматиз-й лаборат.комплекс АЛК.ЛР.04 (1), Датчик электронный к сканеру (1), Манекен женский (1), Манекен мужской (1), Микроскоп Микмед-1 (1), Микроскоп Микмед -1 (1), Микроскоп Микмед-1 (1), Микроскоп Альтами 138 Т (1), Модель анатомическая 1-WCP1(скеле (1), Монитор 17" LCD PROVIEW VA-796KN (1), Монитор 17" Samsung 763 MB (1), Офтальмоскоп ОФТА-21.5 (1), ПРИБОР УКП-10ПМС (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-EX251N (1), Систем.блок Cel D336/256Mb*2/80Gb/DVD-RW/FDD клав.мышь.ковр. (1), Системный блок Intel Celeron 950 (1), Сканер "Экоскан-10" с цв. монитором в крмплекте с элек конвесным датчиком (1), Тонومتر Омрон R-5 (1), Экран на штативе 200x200см (1), Электрокардиограф HeartScreen 80G-L с программным обеспечением (1), Электромассажер (2), Электроэнцефалограф "Нейровизор БММ" (1), Комплект	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Раздел 1. Биомеханические характеристики биосистем.

Биомеханика. Определение.

Перечислить виды живых систем.

Механические свойства и явления в живых системах, которые исследует биомеханика.

Виды и особенность механического движения живых систем.

Особенности механического движения человека.

Кинематические характеристики и способы описания движения (естественный, векторный, координатный).

Пространственные характеристики (координата, траектория, кривизна, ориентация, перемещение, путь).

Временные характеристики (момент времени, длительность движения, темп, ритм).

Пространственно-временные характеристики (скорость и ускорение для линейного и вращательного движения).

Инерционные характеристики.

Силовые характеристики (разновидности, сила, момент силы).

Силовые характеристики (импульс силы, импульс момента силы, импульс тела, момент импульса).

Энергетические характеристики (работа силы, мощность силы, КПД, энергия, кинетическая энергия,

потенциальная энергия).

Биомеханическая система. Определение.

Возможности движений. Степени свободы и связи.

Биокинематическая пара.

Биокинематическая цепь.

Костные рычаги.

Силы, приложенные к кости как рычагу и результат их действия.

Биокинематические маятники.

Строение биомеханической системы.

Основные свойства биомеханической системы: энергетическое обеспечение и приспособительная активность.

Показатели, характеризующие геометрию масс тела.

Общий центр тяжести тела. Общий центр масса тела.

Центр поверхности тела. Центр объёма тела.

Теорема Вариньона. Дать характеристику всех величин.

Теорема Гюйгенса-Штейнера. Дать характеристику всех величин.

Составное движение.

Движения звеньев тела человека (возвратно-вращательное; возвратно-поступательное; круговое).

Силы, оказывающие влияние на направление движения.

Внешние силы в движениях человека (инерции, упругой деформации, тяжести).

Внешние силы в движениях человека (реакции опоры, сопротивления среды, трения).

Внутренние силы в движениях человека. Силы мышечной тяги.

Работа, совершаемая биомеханической системой.

Раздел 2. Механические характеристики тканей организма.

Механические свойства биологических тканей: упругость, напряжение, пластичность.

Механические свойства биологических тканей: жёсткость, прочность, вязкость, текучесть).

Механические свойства эластина и коллагена.

Деформация. Предельная деформация.

Модули упругости. Касательный модуль упругости.

Виды движений внутри клетки. Формы клеточного движения (амёбодное, жгутиковое, мышечное).

Биомеханические функции мембран.

Мембранный транспорт.

Диффузия в клетках и её виды.

Первый закон Фика. Уравнение диффузии через мембрану.

Разновидности мембранного транспорта.

Механические свойства мембран.

Общие механические свойства мягких тканей.

Биомеханические показатели, характеризующие деятельность мышц.

Модель мышечного сокращения – теория скользящих нитей.

Зависимость скорости сокращения мышцы от величины нагрузки.

Механическая эффективность и мощность мышцы.

Механические свойства кожи.

Эффекты, вызывающие сопротивления разрушению костей.

Модуль упругости костной ткани.

Зависимость напряжения σ от величины деформации ϵ для костной ткани.

Удельная энергия деформации кости.

Прикладные аспекты электромеханических свойств кости.

Раздел 3. Биомеханика отдельных систем организма.

Какова причина движения крови в сосудах.

Осмотическое давление крови.

Основные факторы, влияющие на вязкость крови в живом организме.

Особенности течения крови.

Возникновение и распространение пульсовой волны в кровеносных сосудах.

Плотность и вязкость крови.

Возникновение артериального шума.

Возникновение шума при аневризме.

Систолическое, диастолическое, пульсовое и трансмуральное давления крови.

Онкотическое давление крови.

Линейная скорость кровотока.

Амортизирующие сосуды.

Шунтирующие сосуды.

Сосуды распределения.

Сосуды сопротивления.

Обменные сосуды.

Ёмкостные сосуды.

Строение дыхательной системы.

Функции воздухоносных путей.

Количественные характеристики дыхания.

Анатомическое и функциональное мёртвое пространство.

Особенности дыхательной системы человека.

Распределение скоростей в поперечном сечении сосуда при стационарном течении вязкой жидкости.

Растяжимость лёгких и грудной клетки.

Функции альвеол.

Поверхностное натяжение жидкости в альвеолах.

Движение крови по артериям.

Транскапиллярный обмен веществ.

Фильтрационное и реабсорбционное давление.

Движение крови по венам.

Особенности кровотока в лёгких.

Особенности кровотока в коронарных сосудах.

Особенности кровотока в головном мозге.

Структура и механические свойства сосудистой стенки.

Механическая работа сердца.

Дыхание и его разновидности.

Дыхательные мышцы и их работа при дыхании.

Механизм вдоха.

Механизм выдоха.

Механика дыхательных движений.

Зависимость объёма лёгких от давления.

Сопротивление воздухоносных путей.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

А

01. Механические свойства эластина и коллагена. Виды и особенность механического движения живых систем.

02. Виды движений внутри клетки. Формы клеточного движения (амёбoidное, жгутиковое, мышечное). Строение биомеханической системы.

03. Биомеханические функции мембран. Механические свойства и явления в живых системах, которые исследует биомеханика.

04. Мембранный транспорт. Биомеханическая система (определение).
 05. Диффузия в клетках и её виды.
 06. Разновидности мембранного транспорта.
 07. Механические свойства мембран.
 08. Общие механические свойства мягких тканей.
 09. Биомеханические показатели, характеризующие деятельность мышц. Перечислить виды живых систем.
 10. Модель мышечного сокращения – теория скользящих нитей.
 11. Зависимость скорости сокращения мышцы от величины нагрузки.
 12. Механическая эффективность и мощность мышцы. Биомеханика (определение).
 13. Эффекты, вызывающие сопротивления разрушению костей.
 14. Модуль упругости костной ткани.
 15. Зависимость напряжения σ от величины деформации ϵ для костной ткани.
 16. Удельная энергия деформации кости. Особенности механического движения человека.
 17. Прикладные аспекты электромеханических свойств кости.
 18. Какова причина движения крови в сосудах. Осмотическое давление крови.
 19. Основные факторы, влияющие на вязкость крови в живом организме. Особенности течения крови.
 20. Возникновение и распространение пульсовой волны в кровеносных сосудах.
 21. Плотность и вязкость крови. Возникновение артериального шума.
 22. Систолическое, диастолическое, пульсовое и трансмуральное давления крови.
 23. Онкотическое давление крови. Возникновение шума при аневризме.
 24. Ламинарное и турбулентное движение крови в сосудах. Амортизирующие сосуды.
 25. Линейная скорость кровотока. Шунтирующие сосуды.
 26. Сосуды распределения. Сосуды сопротивления.
 27. Обменные сосуды.
 28. Ёмкостные сосуды.
 29. Строение дыхательной системы. Функции воздухоносных путей.
 30. Количественные характеристики дыхания. Анатомическое и функциональное мёртвое пространство.
 31. Особенности дыхательной системы человека. Особенности дыхательной системы птиц.
 32. Модели дыхательной системы.
- Б.
01. Первый закон Фика. Уравнение диффузии через мембрану.

02. Теорема Вариньона.
03. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
04. Уравнение связи между скоростью ламинарного течения жидкости и площадью поперечного сечения участка, через который она протекает.
05. Уравнение Бернулли для течения идеальной жидкости.
06. Формула (закон) Ньютона для выражения силы трения между слоями движущейся жидкости.
07. Формула Пуазейля для вычисления расхода жидкости.
08. Выражение для гидравлического сопротивления сосудов.
09. Критерий гидродинамического подобия – число Рейнольдса.
10. Формула для расчёта распределения скоростей в поперечном сечении сосуда при стационарном течении вязкой жидкости.
11. Формула Моенса-Кортевега для расчёта скорости распространения пульсовой волны.
12. Зависимость давления в полном сосуде от величины напряжения в его стенке и радиуса сосуда – закон Лапласа.
13. Уравнение Ламе для характеристики механического напряжения сосудистой стенки.
14. Растяжимость лёгких и грудной клетки.
15. Поверхностное натяжение жидкости в альвеолах.
16. Формула Лапласа для расчёта добавочного давления в точке поверхности тонкой плёнки.
17. Формула для расчёта добавочного давления в точке поверхности тонкой плёнки для сферы и кругового цилиндра.

В.

01. Движение крови по артериям.
02. Транскапиллярный обмен веществ.
03. Фильтрационное и реабсорбционное давление.
04. Движение крови по венам.
05. Особенности кровотока в лёгких.
06. Особенности кровотока в коронарных сосудах.
07. Особенности кровотока в головном мозге.
08. Структура и механические свойства сосудистой стенки.
09. Механическая работа сердца.
10. Дыхание и его разновидности.
11. Дыхательные мышцы и их работа при дыхании.
12. Механизм вдоха.
13. Механизм выдоха.

14. Механика дыхательных движений. Зависимость объёма лёгких от давления.
15. Диаграмма состояния «объём – давление».
16. Сопротивление воздухоносных путей.
17. Функции альвеол.
18. Газообмен и типы вентиляции в лёгких.