

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3

от 11.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД И ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.02 Физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
7	2	72	16	32	0		24	0	3
Итого	2	72	16	32	0	0	24	0	

## АННОТАЦИЯ

Первая часть курса «Основы механики сплошных сред и физическая кинетика» посвящена изучению физических закономерностей, математических понятий и преобразований, необходимых для описания состояния сплошной среды в движении и равновесии. Вторая часть курса посвящена изучению процессов, протекающих в организме человека, через построение физических моделей данных процессов и их математическое описание с использованием ранее изученных закономерностей и понятий.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы механики сплошных сред и физическая кинетика» являются:

- изучение математического аппарата, позволяющего описывать равновесие и движение деформируемых сред – газов, жидкостей, твердых сред;
- рассмотрение физических аспектов работы всех процессов жизнеобеспечения человека, таких как, движение крови и других жидкостей, работа мышц и костей, зрение и слух, формирование речи.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Успешное освоение дисциплины требует знания следующих курсов: высшей математики, общей физики, анатомии и физиологии человека, теоретической физики (раздел механика).

Часть аспектов, изучаемых в данном курсе, может быть применена в решении задач, связанных с профессиональной деятельностью.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2 [1] – Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	З-ОПК-2 [1] – знать типовые методы физических измерений, теоретические основы физических методов исследования. У-ОПК-2 [1] – уметь анализировать и обрабатывать данные физического эксперимента и представлять их в ясной и удобной форме В-ОПК-2 [1] – владеть навыками обращения с типовыми приборами для электронно-физических и электротехнических измерений, методами анализа и обработки экспериментальной информации.

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
освоение методов, а также теорий и моделей, используемых в научных исследованиях	биологические объекты различной организации, источники ионизирующих излучений	ПК-1 [1] - Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - знать основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории физики, основные методы теоретического и экспериментального исследования, методы измерения различных физических величин ; У-ПК-1[1] - уметь разбираться в физических принципах, используемых в изучаемых специальных дисциплинах, решать физические задачи применительно к изучаемым специальным дисциплинам и прикладным проблемам будущей специальности; В-ПК-1[1] - владеть методами проведения физических измерений с оценкой погрешностей , а также методами физического описания типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов
участие в проведении физических исследований по заданной тематике,	биологические объекты различной организации,	ПК-2 [1] - Способен проводить научные исследования в избранной области	З-ПК-2[1] - знать основные современные методы и средства научного исследования,

<p>обработка полученных результатов на современном уровне</p>	<p>источники ионизирующих излучений</p>	<p>экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); теоретические основы и базовые представления научного исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований, основные закономерности формирования результатов эксперимента ; У-ПК-2[1] - уметь самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области и решать их с помощью современной приборной базы и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта; уметь проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований, анализировать результат, полученный в ходе проведения эксперимента; оценивать изменения в выбранной области, связанные с новыми разработками, с помощью информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; В-ПК-2[1] - владеть</p>
---	---	--	---

			<p>необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных технологий</p>
поиск научной литературы по теме исследования	отечественные и зарубежные источники литературы	ПК-3 [1] - Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта	3-ПК-3[1] - знать основные методологические теории и принципы современной науки, логические методы и приемы научного исследования, информационные источники поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования ; У-ПК-3[1] - уметь осуществлять сбор и анализ научно-

		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников и литературы; В-ПК-3[1] - владеть методами научного поиска и интеллектуального анализа научно-технической информации, полученной из отечественных и зарубежных источников при решении задач</p>
проектный			
<p>освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности</p>	<p>технологии и оборудование, используемое в различных областях медицинской физики</p>	<p>ПК-6 [1] - Способен принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-6[1] - знать основные организационные принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии ; У-ПК-6[1] - уметь использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам; В-ПК-6[1] - владеть навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях</p>

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/16/0		25	к.р-8	В-ОПК-2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ОПК-2, У-ОПК-2
2	Второй раздел	9-16	8/16/0		25	к.р-16	3-ОПК-



							2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	3	3-ПК- 6, У- ПК-6, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 1, У- ПК-1,

							В-ПК-1, В-ПК-6, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
к.р	Контрольная работа
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	32	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	8	16	0
1	<b>Введение. Тема 1. Основы механики сплошных сред.</b> Предмет механики сплошных сред. Понятие сплошной среды. Законы движения сплошной среды. Эйлеров и Лагранжевы подходы к описанию движения. Материальная производная по времени.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Тема 2. Криволинейные системы координат. Векторы как объекты. Фундаментальный метрический тензор.</b> Метрическая матрица. Контравариантные векторы базиса. Физические компоненты вектора. Тензоры как объекты. Операции над тензорами. Скалярные инварианты тензоров.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Тема 3. Дифференцирование скалярной функции, вектора и тензора. Тема 4. Тензоры кривизны. Тензоры второго ранга. Тензорная поверхность.</b> Вектор градиент. Дифференцирование тензора любого ранга. Правила ковариантного дифференцирования. Свойства символов Кристоффеля. Инварианты симметричного тензора второго ранга.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Тема 5. Антисимметричные тензоры второго ранга в трёхмерном пространстве. Тензоры деформации, Грина</b>	Всего аудиторных часов		
		2	4	0

	<b>и Альманси.</b> Преобразования малой частицы при произвольном перемещении среды. Главные оси и главные компоненты тензоров деформации, Грина и Альманси. Выражение компонент тензоров деформации через производные от компонент вектора перемещения.	Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Тема 6. Тензор скоростей деформации. Дивергенция скорости и её механический смысл.</b> Связь между компонентами тензоров деформации и скоростей деформации. Формулы для скорости относительного изменения объема при движении среды. Формула Остроградского-Гаусса. Теорема Коши-Гельмгольца.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Тема 7. Вектор вихря. Его механический смысл. Законы сохранения массы.</b> Вихревое и безвихревое движение. Формула Стокса. Дифференциальное уравнение неразрывности, как следствие закона сохранения массы.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Тема 8. Терминология, стандартный человек. Статика тела.</b> Движение человека как машины. Законы масштабирования. Обзор сил. Статика для частей тела. Тактильное чувство. Обзор единиц силы и давления.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	8	16	0
9 - 10	<b>Тема 9. Движение и механические свойства тела.</b> Кинематика и мускулатура. Вертикальная стойка. Ходьба. Бег. Прыжки. Соударения тела человека. Ткани тела человека. Эластичность. Переломы костей. Защита от переломов.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Тема 10. Мышцы. Метаболизм.</b> Структура мышц. Координация мышечной деятельности. Кривая Хилла сила-скорость. Уровни метаболизма. Потери тепла организмом.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Тема 11. Давление и поток жидкости в организме. Сердечно-сосудистая система.</b> Характеристики давления в организме. Диффузия. Движение человека в жидкости или в атмосфере. Физика сосудистой системы. Инсульты и аневризмы. Моделирование сосудистой системы и сердца.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Тема 12. Легкие и внешнее дыхание. Звук, речь и слух.</b> Строение легких. Физика дыхания. Дыхание при нормальных условиях и при патологических состояниях. Физика звуковых волн. Формирование голоса. Слух. Другие колебания в организме.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>Тема 13. Электрические и магнитные свойства. Регуляция и обратные связи.</b> Электрические свойства тканей тела. Проведение по нервам. Электрические свойства сердца. Электрические сигналы мозга. Действие электрического тока на человека. Основы регуляции и обратных связей. Регуляция параметров организма человека.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины предусматривает традиционные образовательные технологии с применением активных и интерактивных форм обучения и информационно-коммуникационных технологий.

Первый раздел курса представляет собой глубокое изучение введения в раздел теоретической физики, посвященный механике движения сплошных сред. Этот раздел реализуется при помощи традиционных образовательных технологий – практических занятий, посвященных освоению конкретных тем, развитию умений и навыков.

Во втором разделе курса рассматривается применение знаний, полученных в первой части курса, для изучения на физическом уровне принципов работы различных систем в теле человека. Этот раздел содержит рассмотрение статики тела, движения, устройства и действия мышц, метаболизм, работу сердечно-сосудистой системы, дыхание, электрические и магнитные свойства тканей.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-2	З-ОПК-2	З, к.р-8, к.р-16
	У-ОПК-2	З, к.р-8, к.р-16
	В-ОПК-2	З, к.р-8, к.р-16
ПК-1	З-ПК-1	З, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-1	З, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-1	З, к.р-8, к.р-16
ПК-2	З-ПК-2	З, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-2	З, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-2	З, к.р-8, к.р-16

ПК-3	З-ПК-3	З, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-3	З, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-3	З, к.р-8, к.р-16
ПК-6	З-ПК-6	З, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-6	З, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-6	З, к.р-8, к.р-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ С 79 Биомеханика : учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. ЭИ В 71 Биофизика : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. 61 Г38 Физика организма человека : , И. П. Герман ; ред. пер.: А. М. Мелькумянц, С. В. Ревенко, Долгопрудный: Интеллект, 2011

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ Р 49 Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. 531 М45 Теория и задачи механики сплошных сред : , Москва: Либроком, 2010
3. 61 Ф50 Физиология человека : учебник для вузов, ред. : В. М. Покровский, Г. Ф. Коротько, Москва: Медицина, 2007

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Дисциплина "Основы механики сплошных сред и физическая кинетика" включает в себя аудиторную нагрузку в виде лекций и практических занятий, а также самостоятельную работу студентов. Для успешного освоения курса студенты должны самостоятельно закреплять темы пройденных лекционных и практических занятий, изучать предложенную литературу по курсу, ответственно подходить к подготовке к рубежной и итоговой аттестации. Активная работа студентов над материалами курса позволит им в результате приобрести предусмотренные дисциплиной компетенции, знания и умения, овладеть необходимыми навыками для дальнейшей работы в области медицинской физики.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Аудиторная часть дисциплины "Основы механики сплошных сред и физическая кинетика" включает в себя лекции и практические занятия, в ходе которых преподаватель обеспечивает студентов необходимой информацией и требуемыми навыками по темам, отвечает на возникающие вопросы и помогает им усвоить материал. Для самостоятельной работы студентов преподаватель рекомендует литературу, дополняющую информацию, полученную студентами во время аудиторных занятий и углубляющую их знания по пройденным темам.

Оценка приобретенных знаний и навыков производится во время рубежной аттестации в середине и в конце семестра, а также во время итоговой аттестации по курсу. Максимальное количество баллов, выставляемых студентам, составляет 25 баллов для рубежной аттестации в середине семестра, 25 баллов для рубежной аттестации в конце семестра, 50 баллов для итоговой аттестации. Таким образом, максимальное общее количество баллов составляет 100.

Автор(ы):

Беляев Владимир Никитич, д.ф.-м.н., профессор