

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1154687	Основы физического материаловедения биологических тканей и материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика 2. Нанотехнологии и микросистемная техника 3. Фундаментальная и прикладная физика	Код ОП 1. 03.03.02/33.01 2. 28.03.01/33.01 3. 03.05.02/33.01
Направление подготовки 1. Физика; 2. Нанотехнологии и микросистемная техника; 3. Фундаментальная и прикладная физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.03.02; 2. 28.03.01; 3. 03.05.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Панфилов Петр Евгеньевич	доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы физического материаловедения биологических тканей и материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Курс представляет собой введение в физическое материаловедение и включает в себя лекции по строению твердых тел различного генезиса, структуре кристаллов и характеристикам решеточных дефектов, механическим свойствам и их связи со структурой материалов, методам изучения структуры и прочностных свойств. Отдельные разделы курса посвящены прочностным свойствам металлов и сплавов, керамик, полимеров, биологических материалов и тканей и их применению в современной технике и медицине. Курс предназначен для студентов, специализирующихся в области «Медицинская физика».

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы физического материаловедения биологических тканей и материалов	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Общая физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Основы физического материаловедения биологических тканей и материалов	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на

<p>закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>

	<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	<p>ОПК-1 - Способен выявлять,</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и</p>

<p>формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p> <p>(Фундаментальная и прикладная физика)</p>	<p>подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять лидерские качества и умения работать в научном коллективе</p>
<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты</p> <p>П-1 - Выполнять в соответствии с планом экспериментальные научные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>
<p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты</p> <p>П-1 - Выполнять в соответствии с планом экспериментальные научные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p>

<p>для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p>(Физика)</p>	<p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить</p>	<p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в</p>

<p>научно-технические отчеты</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p>
<p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p>
<p>ПК-4 - Способен применять нормы техники безопасности и охраны труда при организации работ со сложным экспериментальным оборудованием</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-1 - Сформулировать требования техники безопасности и охраны труда, пожаробезопасности и электробезопасности при работе с экспериментальным оборудованием</p> <p>У-1 - Самостоятельно применять требования к безопасному выполнению работ при работе со сложным экспериментальным оборудованием</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения норм техники безопасности и охраны труда при организации работ со сложным экспериментальным оборудованием</p>
<p>ПК-4 - Способен применять нормы техники безопасности и охраны труда при организации работ со сложным экспериментальным оборудованием</p> <p>(Физика)</p>	<p>З-1 - Сформулировать требования техники безопасности и охраны труда, пожаробезопасности и электробезопасности при работе с экспериментальным оборудованием</p> <p>У-1 - Самостоятельно применять требования к безопасному выполнению работ при работе со сложным экспериментальным оборудованием</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения норм техники безопасности и охраны труда при организации работ со сложным экспериментальным оборудованием</p>

	<p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий</p> <p>П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Д-1 - Проявлять готовность к освоению новых исследовательских методов</p>
	<p>ПК-5 - Способен выбирать адекватные задачам экспериментальные методы для исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>(Нанотехнологии и микросистемная техника)</p>	<p>З-1 - Сделать обзор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-1 - Обосновать выбор экспериментальных методов исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>У-2 - Различать особенности экспериментальных исследовательских методов в области нанотехнологий</p> <p>П-1 - Предлагать методы исследования и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Д-1 - Проявлять готовность к освоению новых исследовательских методов</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы физического материаловедения
биологических тканей и материалов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Панфилов Петр Евгеньевич	доктор физико- математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Панфилов Петр Евгеньевич, Профессор, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
- Тебеньков Александр Владимирович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в физику прочности и пластичности	Механические (прочностные) свойства твердых тел; основные представления о поведении твердых тел в поле механических сил; механика деформируемого твердого тела (статика, третий закон Ньютона, динамика, приложение к дефектам-«носителям» деформации и разрушения); физическое материаловедение (физика прочности и пластичности); структура твердых тел; дефекты кристаллической решетки; масштабные уровни структуры твердых тел; дефекты, возникающие в кристаллах в при деформации; механизмы релаксации упругой энергии в кристалле при нагружении; способы описания деформации и разрушения кристаллов.
P2	Типы межатомных связей в твёрдых телах	Взаимодействие Ван-дер-Ваальса; ковалентная связь, структура со смешанными ковалентными и ван-дер-ваальсовыми связями; ионная связь, энергия кулоновского взаимодействия, смешанные ионно-ковалентные связи; водородная связь; металлическая связь.
P3	Физические основы рентгеноструктурного анализа	Свойства рентгеновского излучения; дифракция рентгеновских лучей на кристалле; уравнения Лауэ и Вульфа-Брэггов; оборудование для РСА.

P4	Пластическая деформация металлов	Поведении металлов при нагружении; кривая упрочнения; геометрия следов скольжения; механическое двойникование; локализация пластической деформации; эволюция дислокационной структуры на разных стадиях деформации.
P5	Разрушение металлов	Масштабные уровни процесса разрушения; разрушение в макроскопическом масштабе; вязкое разрушение, развитие шейки; межзеренное разрушение; смешанное межзеренное и вязкое разрушение; разрушение сколом; фрактография разрушения; механизмы разрушения.
P6	Развитие трещин в кристаллах	Масштабы на которых наблюдаются трещины в кристаллах; появление трещин; методы изучения трещин; молекулярно-динамическое моделирование развития трещин; трещины в фольгах металлов для ТЕМ; переход от микротрещины к опасной трещине; наблюдение роста трещин в фольгах металлов в колонне ТЕМ; надрезы в монокристалле алюминия; трещины в покрытом галлием монокристалле алюминия; трещины в неметаллических кристаллах; испускание дислокаций из трещины в фольгах ковалентных кристаллов; трещины в дентине зубов человека.
P7	Контейнерные материалы энергетических установок для космических зондов	Для чего нужна энергия в космических аппаратах? Что может служить источником электроэнергии в автономном космическом полете длиной в годы? Преимущества и недостатки разных источников энергии. Схема RTG зонда Кассини. Свойства иридия.
P8	Применение физического материаловедения в стоматологии (In English)	Microstructure of human dentin and enamel; deformation behavior of human dentin and enamel; fracture of human dentin and enamel.
P9	Структура и свойства композита "металл-керамика"	Плавильные тигли из композита Pt-Al ₂ O ₃ . Почему композитные контейнеры предпочтительней цельнометаллических? Технология производства Me-Cer композитов: плазменное напыление керамики на металлическую подложку. Формирование переходного слоя между металлом и керамикой. Механизм, обеспечивающий высокую прочность соединения металла с керамикой в таких композитах.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

			фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	
--	--	--	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физического материаловедения биологических тканей и материалов

Электронные ресурсы (издания)

1. Огородников, В. А.; Основы физики прочности и механики разрушения : учебное издание.; Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, Саров; 2007; <http://www.iprbookshop.ru/18443.html> (Электронное издание)
2. Подскребко, М. Д.; Сопротивление материалов : учебник.; Вышэйшая школа, Минск; 2007; <http://www.iprbookshop.ru/20140.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Огородников, В. А., Пушков, В. А., Тюпанова, О. А.; Основы физики прочности и механики разрушения : учеб. изд.; РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров; 2009 (1 экз.)
2. Подскребко, М. Д.; Сопротивление материалов : Учеб. пособие для вузов.; Дизайн ПРО, Минск; 1998 (3 экз.)
3. Рыбин, В. В.; Большие пластические деформации и разрушение металлов; Металлургия, Москва; 1986 (4 экз.)
4. Фридель, Ж., Ройтбурд, А. Л.; Дислокации : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1967 (6 экз.)
5. Коган, А. Н., Миркин, Л. И.; Дислокации и механические свойства материалов : Учеб. пособие.; МГУ, Саранск; 1979 (5 экз.)
6. Хирт, Д., Надгорный, Э. М., Осипьян, Ю. А.; Теория дислокаций : перевод с английского.; Атомиздат, Москва; 1972 (4 экз.)
7. Кадич, А., Зданьски, А. К., Курбатов, А. М.; Калибровочная теория дислокаций и дисклинаций; Мир, Москва; 1987 (4 экз.)
8. Хоникомб, Р., Любов, Б. Я.; Пластическая деформация металлов : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1972 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физического материаловедения биологических тканей и материалов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется