

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.01 Приборостроение

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	16	0		13	0	Э
Итого	2	72	16	16	0	0	13	0	

## АННОТАЦИЯ

В рамках данного курса рассмотрены вопросы, связанные со структурой и свойствами конденсированных сред. Особое внимание уделено изучению структуры кристаллов, их магнитных, электрических и тепловых свойств.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является ознакомление студентов с основными представлениями и понятиями современной физики конденсированных сред.

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

Для успешного освоения данной дисциплины необходимы базовые знания по курсу общей физики и высшей математике. Освоение данной дисциплины необходимо для понимания соответствующих разделов ведущих дисциплин по профилю подготовки.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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
производственно-технологический			
Проводить анализ научно-технической информации по разработке ядерно-физической, электрофизической, киберфизической аппаратуры и комплексов	ядерно-физические, электрофизические и киберфизические приборы и устройства	ПК-3.2 [1] - Способен осуществлять анализ научно-технической информации по разработке оптоэлектронной, ядерно-физической, электрофизической, киберфизической аппаратуры и комплексов  <i>Основание:</i> Профессиональный	З-ПК-3.2[1] - знать методики сбора и обработки научно-технической информации, актуальные российские и зарубежные источники информации по ядерно-физическому, электрофизическому, киберфизическому приборостроению;; У-ПК-3.2[1] - уметь

		стандарт: 29.004	применять методики поиска, сбора и обработки информации; уметь осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; В-ПК-3.2[1] - владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных зада
--	--	------------------	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (В41)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение

		<p>вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.</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/ Практ. (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	16/0/0		50	КИ-8	З-ПК-3.2
2	Второй раздел	9-16	16/0/0		50	КИ-16	У-ПК-3.2, В-ПК-3.2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/16/0		100		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				0	Э	З-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2

\* – 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
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	16	0

1-8	<b>Первый раздел</b>	16	0	0
1	<b>Геометрия кристаллов</b> Кристаллическая решетка. Симметрия кристаллов. Классификация кристаллов. Кристаллографические символы. Обратная решетка. вектор обратной решетки.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
2 - 3	<b>Дифракция в кристаллах</b> Амплитуда рассеянной волны решеткой точечных атомов. Уравнение дифракции Лауэ. Геометрическая интерпретация уравнения Лауэ. Построение Эвальда. Зоны Бриллюэна. Структурный фактор базиса. Атомный фактор рассеяния. Температурная зависимость линий отражения. Фактор Дебая-Валлера. Экспериментальные дифракционные методы.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
4	<b>Классификация конденсированных сред по типам связи</b> Ионная, ковалентная, металлическая, водородная связь. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Энергия связи. Теория молекулярных кристаллов. Индуцированное и ориентационное дипольное взаимодействие. Металлические кристаллы. Водородная связь. Энергия связи.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
5 - 6	<b>Структура вещества</b> Структурные связи. Различные типы структур. Твёрдые растворы замещения, внедрения и вычитания. Правила Юм-Розери. Закон Вегарда. Понятие сверхструктуры. Типы интерметаллидов: дальтони́ды и бертоллиды. Аморфная структура. Квазикристаллы. Жидкие кристаллы.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
7	<b>Несовершенства и дефекты в кристаллах.</b> Точечные дефекты: вакансии, межузельные атомы, примесные атомы замещения и внедрения. Дефекты по Шоттки, по Френкелю. Дислокации: линейные и винтовые дислокации. Дислокации на границах кристаллитов. Двойникование. Поверхностные и объёмные дефекты.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
8	<b>Диффузия</b> Атомные механизмы диффузии. Феноменологическое описание диффузии. Первый и второй законы Фика. Температурная зависимость коэффициентов диффузии. Диффузия в твердых растворах замещения. Твердофазные реакции.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
9-16	<b>Второй раздел</b>	16	0	0
9 - 10	<b>Фононы и колебания решетки</b> Перенос тепловой энергии. Классическая и квантовая теории гармонического кристалла. Фононы и колебания решетки. Колебания в решетке из одинаковых атомов. Дисперсия. Фазовая и групповая скорости волнового пакета. Решетка с двумя атомами. Оптические и акустические ветви колебаний.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
11	<b>Тепловые свойства диэлектриков</b> Теплоемкость кристаллической решетки. Ангармонические взаимодействия в кристаллах. Тепловое расширение. Теплопроводность.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
0	0	0	0	
12	<b>Элементы зонной теории твердых тел</b> Энергетические зоны кристалла. Влияние кристаллической	Всего аудиторных часов		
		2	0	0

	периодической решетки. Движение электронов в кристалле под действием внешнего электрического поля. Эффективная масса электрона. Распределение квантовых состояний электронов внутри зоны.	Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Электрические свойства в конденсированных средах</b> Классическая электронная теория металлов. Вырожденный и невырожденный электронный газ. Рассеяние на примесях. Электропроводность сверхчистых металлов Электронная теплоемкость и теплопроводность. Сверхпроводимость.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	<b>Свойства диэлектриков</b> Диэлектрическая восприимчивость твердых тел. Поле Лоренца. Наведенная поляризация. Электронная, ионная и ориентационная поляризуемости. Формула Клазиуса-Масотти.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	<b>Магнитные свойства твердых тел</b> Намагничивание. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм (доменная структура ферромагнетиков). Формула Ланжевена. Закон Кюри.	Всего аудиторных часов		
		4	0	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

Реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, специальной учебной литературы.

## 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)
ПК-3.2	З-ПК-3.2	Э, КИ-8
	У-ПК-3.2	Э, КИ-16
	В-ПК-3.2	Э, КИ-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 – «отлично»	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 – «хорошо»	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 – «удовлетворительно»	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 – «неудовлетворительно»	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. 539.2 С 87 Структура и свойства твердых тел : учеб. пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2018
2. ЭИ К 90 Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении : , Санкт-Петербург: Лань, 2017
3. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Ч. Киттель , М.: МедиаСтар, 2006

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.1 Физика твердого тела, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

### 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**

При реализации программы дисциплины “Основы физики конденсированных сред” используются образовательные технологии в форме лекций и практических занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса и приема самостоятельной работы используется тестирование и устный опрос. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к контрольным мероприятиям.

При изучении дисциплины необходимо иметь представление о кристаллической и дефектной структуре твердых тел и экспериментальных способах её определения, понимать физические процессы, определяющие тепловые, электрические и магнитные свойства вещества и иметь представление о современных физических методах исследования конденсированных сред. Студенты должны уметь свободно пользоваться справочной литературой по тематике дисциплины.

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

## 1. Общие положения

1.1. Преподавание учебной дисциплины осуществляется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, с учетом компетентностной модели выпускника данной образовательной программы.

1.2. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

### 1.2. На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

уточняет наполнение лекций и планы практических (семинарских, лабораторных) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

## 2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

### 2.1. Рекомендации по подготовке и проведению лекций:

2.1.1. Цель лекции - организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. При этом лекционный материал рекомендуется постоянно актуализировать (вносить замечания, дополнения, пояснения и т.д.).

2.1.2. К типичным структурным элементам лекции относятся: вступление, основная часть, заключение. В начале лекции преподаватель называет тему лекции, основные вопросы, выносимые на лекцию, указывает основную и дополнительную литературу и главы и параграфы в ней, где изложен материал лекции. После каждого раздела делаются обобщающие выводы и даются указания по самостоятельной работе над материалом лекции.

2.1.3 Рекомендуется максимально использовать наглядные пособия и технические средства обучения. Для этого разрабатываются презентации. Каждый слайд должен содержать основные положения и сопровождаться дополнительными примерами и пояснениями преподавателя.

### 2.2. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.2.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.2.2. Преподаватель может использовать любую из форм проведения практических (семинарских) занятий: обсуждение сообщений, докладов, рефератов, выполненных студентами по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя, семинар-диспут, упражнения на самостоятельность мышления, письменная контрольная работа, коллоквиум, собеседование, решение ситуационных задач, кейсов, расчетных заданий и других современных технологий обучения.

2.2.3. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется письменный опрос (тестирование, решение задач) студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического

материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию студентов при конспектировании лекционного материала.

### 2.3. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.3.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.3.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

### 2.4. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.4.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.4.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и итоговая аттестация.

2.4.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лекционным, семинарским и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.4.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится на 8 и 16 неделях.

2.4.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём экзамена и самостоятельную подготовку к нему.

Автор(ы):

Бойко Надежда Владимировна, к.ф.-м.н.