

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
Физика конденсированного состояния**

Закреплена за подразделением

Кафедра физики

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	20			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Ушаков Иван Владимирович

Рабочая программа

Физика конденсированного состояния

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Metallургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Металловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании
Кафедра физики

Протокол от 15.05.2023 г., №12

Руководитель подразделения профессор, д.т.н. Ушаков Иван Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	изучение аспирантами фундаментальных основ описания конденсированного состояния вещества на основе общих методов квантовой теории, квантовой статистики и электродинамики, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач.
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:	2.1.3
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	3D-моделирование машин, агрегатов и процессов
2.1.2	Биоматериаловедение
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые материалы
2.1.4	Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ
2.1.5	Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых
2.1.6	Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов
2.1.7	Инновационные конструкционные материалы
2.1.8	Инновационные литейные технологии
2.1.9	Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства груб, деталей и специальных изделий
2.1.10	Композиционные наноматериалы
2.1.11	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород
2.1.12	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород
2.1.13	Логистика и экодизайн технологий черной металлургии
2.1.14	Материаловедение и технологии материалов электроники
2.1.15	Материаловедение функциональных материалов
2.1.16	Металловедение и технологии легких сплавов
2.1.17	Методология проектирования горных предприятий
2.1.18	Механика подземных сооружений
2.1.19	Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса
2.1.20	Оптика и физика лазеров
2.1.21	Организация и обеспечение качества аналитического контроля
2.1.22	Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия
2.1.23	Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники
2.1.24	Проблемы надежности горных машин и оборудования
2.1.25	Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья
2.1.26	Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов
2.1.27	Строительная геотехнология
2.1.28	Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов
2.1.29	Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД
2.1.30	Теория и практика решения металлургических задач
2.1.31	Термохимия материалов и термодинамическое моделирование
2.1.32	Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники
2.1.33	Физика конденсированного состояния
2.1.34	Физика конденсированного состояния и квантовые технологии
2.1.35	Физика конденсированного состояния функциональных материалов
2.1.36	Физика наноразмерных материалов и структур
2.1.37	Физика полупроводников и диэлектриков
2.1.38	Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники
2.1.39	Физико-химия наноматериалов
2.1.40	Физико-химия процессов и материалов
2.1.41	Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых
2.1.42	Академическое письмо
2.1.43	Иностранный язык
2.1.44	История и философия науки

2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.2	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.3	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.4	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.5	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.6	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.7	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.8	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.9	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.10	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.11	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.12	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.13	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.14	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.15	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.16	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.17	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.18	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.19	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.20	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.21	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.22	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.23	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.24	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.25	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.26	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.27	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.28	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.29	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.30	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.31	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.32	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.33	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.34	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.35	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.36	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.37	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.38	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.39	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.40	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.41	Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
2.2.42	Актуальные проблемы прикладной физики
2.2.43	Информационные технологии в физике

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты

Знать:

А-3-31 алгоритм и правила проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по заданной тематике, порядок и технику безопасности при проведении эксперимента

А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата

Знать:
А-2-З1 алгоритм и правила проведения научных исследований, порядок и технику безопасности при проведении эксперимента
А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях
Знать:
А-1-З1 проведения работ по обработке и анализу научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, а также результаты исследований
А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты
Уметь:
А-3-У1 организовать себя и коллег (ассистентов), распределять обязанности и находить наиболее рациональные способы для достижения наиболее удобного и эффективного достижения поставленных целей, объективно оценивать ситуацию, как гипотетическую, так и реальную
А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата
Уметь:
А-2-У1 обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость выбранной темы научного исследования
А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях
Уметь:
А-1-У1 применять результаты разработок научно-исследовательской деятельности при самостоятельных исследованиях
А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты
Владеть:
А-3-В1 навыками анализа и обработки информации по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам по заданной тематике, способностью критически оценивать тот или иной процесс, систематизировать и своевременно оформлять полученные результаты
А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата
Владеть:
А-2-В1 навыками анализа и обработки научной информации, способностью оценивать тот или иной процесс, систематизировать и своевременно фиксировать полученные знания и наблюдения в журнал проведения эксперимента
А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях
Владеть:
А-1-В1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Структура конденсированных сред							

1.1	<p>Силы взаимодействия и типы связей. Кристаллические решетки. Симметрия в кристаллах, их классификация. Дефекты и примеси. Дислокации. Вектор Бюргерса Методы описания микро и макросостояния вещества. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Аморфное и наноструктурное состояние вещества. Понятие вырождение и невырождения систем частиц. Состояния электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны.</p> <p>/Лек/</p>	7	4	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с.</p>		
1.2	<p>Силы взаимодействия и типы связей. Кристаллические решетки. Симметрия в кристаллах, их классификация. Дефекты и примеси. Дислокации. Вектор Бюргерса Методы описания микро и макросостояния вещества. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Аморфное и наноструктурное состояние вещества. Понятие вырождение и невырождения систем частиц. Состояния электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны.</p> <p>/Пр/</p>	7	4	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.</p>		

1.3	Самостоятельная изучение пройденного материала /Ср/	7	9	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.		
	Раздел 2. Свойства конденсированных сред							

2.1	<p>Условия возбуждения решетки. Колебания в решетке. Фононы, их функции распределения Спектры колебаний. Электроны и дырки. Экситоны. Дисперсия электрона в кристалле. Теплоемкость и теплопроводность диэлектриков, металлов и наночастиц. Электропроводность. Определение электронного газа, дрейфа электронов. Сверхпроводимость в твердых телах. Уровень Ферми. Классификация магнитных свойств в квантовом представлении. Температура Кюри и Нееля. Домены. /Лек/</p>	7	5	A-1-31 A-2-31 A-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с.</p>		
2.2	<p>Условия возбуждения решетки. Колебания в решетке. Фононы, их функции распределения Спектры колебаний. Электроны и дырки. Экситоны. Дисперсия электрона в кристалле. Теплоемкость и теплопроводность диэлектриков, металлов и наночастиц. Электропроводность. Определение электронного газа, дрейфа электронов. Сверхпроводимость в твердых телах. Уровень Ферми. Классификация магнитных свойств в квантовом представлении. Температура Кюри и Нееля. Домены. /Пр/</p>	7	5	A-1-У1 A-1-В1 A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.</p>		

2.3	Самостоятельное изучение пройденного материала. Выполнение ДЗ1 по разделам 1-2. /Ср/	7	9	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.	КМ2	Р1
	Раздел 3. Оптические свойства							
3.1	Оптические свойства. Теория фотонных кристаллов. Межзонные прямые оптические переходы. Непрямые межзонные оптические переходы. Фотон – фононные переходы. Поляритоны. Взаимодействие электромагнитного поля с электронами проводимости. /Лек/	7	4	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1	Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с.		

3.2	<p>Оптические свойства. Теория фотонных кристаллов. Межзонные прямые оптические переходы. Непрямые межзонные оптические переходы. Фотон – фононные переходы. Поляритоны. Взаимодействие электромагнитного поля с электронами проводимости. /Пр/</p>	7	4	<p>A-1-У1 A-1-B1 A-2-У1 A-2-B1 A-3-У1 A-3-B1</p>	<p>Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2</p>	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.</p>		
-----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	----------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3.3	Самостоятельное изучение пройденного материала /Ср/	7	9	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.		
	Раздел 4. Наносостояние конденсированных сред							

4.1	<p>Фрактальные наноструктуры. Надмолекулярные структуры, дальний и ближний порядок. Ангармонизм. Примеси и примесные уровни. Теория Дебая для микро- и наносистем. Релаксационные свойства наноструктур. Смектическое и нематическое состояние жидких кристаллов. Способы формирования аморфных и нанокристаллических структур. Модели с структуры АМС и АНМС. Упругие и неупругие свойства. Особенности поведения АМС и АНМС в электромагнитных полях. Контактные и термоэлектрические явления. Некоторые элементы способов формирования заданных свойств в конденсированных средах. /Лек/</p>	7	4	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с.</p>		
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	-------------------------	--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

4.2	<p>Фрактальные наноструктуры. Надмолекулярные структуры, дальний и ближний порядок. Ангармонизм. Примеси и примесные уровни. Теория Дебая для микро- и наносистем. Релаксационные свойства наноструктур. Смектическое и нематическое состояние жидких кристаллов. Способы формирования аморфных и нанокристаллических структур. Модели с структуры АМС и АНМС. Упругие и неупругие свойства. Особенности поведения АМС и АНМС в электромагнитных полях. Контактные и термоэлектрические явления. Некоторые элементы способов формирования заданных свойств в конденсированных средах. /Пр/</p>	7	4	<p>A-1-У1 A-1-B1 A-2-У1 A-2-B1 A-3-У1 A-3-B1</p>	<p>Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2</p>	<p>Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.</p>		
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	----------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

4.3	Самостоятельная работа на закрепление материала. Выполнение ДЗ2 по разделам 3-4. /Ср/	7	11	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2	Сафронов И.С. Закономерности формирования механических свойств аморфно-нанокристаллических металлических сплавов, обработанных лазерными импульсами наносекундной длительности // Монография. Саратов. Изд-во: IPRbooks. 2019 г. 166 с. Датиев К.М. Введение в физику конденсированного состояния. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие. – Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. – 69с.	КМ3	Р2
-----	------------------------------------------------------------------------------------------	---	----	-------------------------	-------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	----

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	А-3-31;А-2-31;А-1-31	<p>Вопросы к экзамену</p> <p>Квазичастицы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Адиабатический принцип Борна-Эренфеста. - Состояния электронов в кристаллической решетке. - Зоны Бриллюэна, энергетические зоны. - Акустические и оптические фононы. - Плазмоны. - Экситоны Френкеля и Ванье. <p>Динамика электронов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Общие принципы описания динамики электронов. - Функции Ванье. - Уравнение движения в представлении Ванье. - Пример решения уравнения движения в представлении Ванье. - Донорные примеси. - Квазиклассическая динамика электронов. - Тензор массы электронов. - Электроны и дырки. Экситоны. - Адиабатический принцип. - Рассеяние электронов на фононах. - Полярон Фрелиха <p>Кинетические свойства:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Уравнение Больцмана. - Линеаризованное уравнение Больцмана. - Электропроводность. - Теплопроводность. - Термоэлектрические эффекты. - Эффект Холла. <p>Оптические свойства:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Оптические свойства. Постановка задачи. - Межзонные прямые оптические переходы. - Непрямые межзонные оптические переходы. - Фотон – фононные переходы. - Поляритоны. - Взаимодействие электромагнитного поля с электронами проводимости. <p>Металлы в магнитном поле:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Динамика электронов в магнитном поле. - Циклотронный резонанс. - Виды орбит электронов в магнитном поле. - Магнетоакустический эффект. - Квантование орбит электронов в магнитном поле. - Эффект де Гааза – ван – Альфена. <p>Полупроводники:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Примеси и примесные уровни. - Дефекты. - Статистика носителей заряда. - Неравновесные электроны и дырки. - Теория p-n перехода. - Емкость p-n перехода. - Время релаксации носителей заряда в p-n- переходе. - Полупроводниковый диод. - Полупроводниковый транзистор. - Фотоэлектрический эффект в полупроводниках. - Генерация света на p-n переходе
КМ2	ДЗ-1	А-3-31;А-2-31;А-1-31	тест
КМ3	ДЗ2	А-3-31;А-2-31;А-1-31	тест
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Домашняя работа	A-3-Y1;A-3-B1;A-2-Y1;A-2-B1;A-1-Y1;A-1-B1	Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.
P2	Домашняя работа	A-3-Y1;A-3-B1;A-2-Y1;A-2-B1;A-1-Y1;A-1-B1	Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из 4х теоретических вопросов.

Экзаменационный билет №1

1. Строение кристаллической решетки и типы связей. Индексы Миллера, методы их расчета.
2. Дислокации. Вектор Бюргерса. Определение величин полного нормального и касательного напряжений.
3. Определение электронного газа. Сверхпроводимость в твердых телах. Метод расчета энергии Ферми ширины запрещенной зоны.
4. Аморфные и нанокристаллические металлические сплавы. Способы получения, модели строения. Метод расчета свободного объема.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Итоговые баллы складываются из максимальных 40 за курс и максимальных 60 за сдачу зачёта/экзамена.

Аспирант в результате обучения должен освоить компетенции: 1) знать; 2) уметь; 3) владеть. Обязательным для каждого аспиранта является: защита двух домашних заданий; успешная сдача зачета/экзамена.

Критерии дифференциации баллов указаны в таблице 1.

40 баллов в семестре распределяются по двум направлениям.

1. Базовые баллы – устная защита двух домашних заданий.
2. Баллы за активность: работа в течение семестра.

Экзамен содержит 4 задания, за каждое задание выставляется 0, 5, 10 или 15 баллов – максимальное число баллов – 60 баллов.

Таблица 1 – Критерии дифференциации баллов «зачет с оценкой»

Критерии зачета Шкала оценивания Наименование оценки Количество баллов

«Зачёт» 5 «Отлично» 86-100

4 «Хорошо» 76-85

3 «Удовлетворительно» 60-75

«Незачёт» 2 «Неудовлетворительно» 0-59

По итогам контроля знаний по сумме набранных баллов аспиранту выставляется оценка:

«отлично» – от 86 до 100 баллов;

«хорошо» – от 76 до 85 баллов;

«удовлетворительно» – от 60-75 баллов;

«неудовлетворительно» – от 0-59 баллов;

Максимальное число баллов по дисциплине за семестр – 100 баллов.

Виды учебной деятельности и баллы указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Виды учебной деятельности и баллы «зачет с оценкой»

Базовые баллы

(обязательно для освоения компетенций) Активность

Вид работы Итого за семестр Требования Вид работы Итого за семестр Требования

ДЗ-1 0–15 Устная защита домашнего задания № 1 Работа на

семинарах 0–10 Правильный ответ

у доски,

активная работа

в аудитории

ДЗ-2 0–15 Устная защита домашнего задания № 2

ИТОГО (Базовые): 30 баллов ИТОГО (Активность): от 0 до 10 балла

от 30 до 40 баллов

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Разумовская И. В.	Физика твердого тела: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Прометей, 2011
Л1.2	Эйхенвальд А. А.	Теоретическая физика	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Государственное научно-техническое геолого-разведочное издательство, 1931
Л1.3	Томилин В. И., Томилина Н. П., Бахтина В. А.	Физическое материаловедение. В 2 частях: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012
Л1.4	Киттель Ч.	Статистическая термодинамика	Электронная библиотека	Москва: б.и., 1977
Л1.5	Жирифалько Л.	Статистическая физика твердого тела	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1975
Л1.6	Елифанов Г. И.	Физика твердого тела: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1977
Л1.7	Горелик Семен Самуилович	Физическое материаловедение полупроводников: лаб. практикум для студ. спец. 0604	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1981
Л1.8	Абрикосов А. А.	Основы теории металлов: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Физматлит, 2010
Л1.9	Мартынов Валерий Николаевич, Спицына Лариса Григорьевна	Физика твердого тела: Разд.: Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках: Лаб. практикум для студ. спец. 2001, 2002, 0710 и направл. 5507, 5516, 5531	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2000
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: учеб. руководство	Библиотека МИСиС	М.: МедиаСтар, 2006
Л2.2	Анфимов Илья Михайлович, Кобелева Светлана Петровна, Коновалов Михаил Павлович, др.	Физика твердого тела: сб. задач	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Microsoft Office			
П.2	LMS Canvas			
П.3	MS Teams			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/			
И.2	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			
И.3	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com			
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/			
И.5	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com			
И.6	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-645	Учебная аудитория	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Л-645	Учебная аудитория	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Окончательная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде устного экзамена. Слайды всех лекций в формате pdf, с разбивкой по разделам (модулям) курса, а также предварительные экзаменационные билеты доступны в системе lms Canvas.