

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
1142614	Эксперимент и теоретические модели в физике

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика	Код ОП 1. 03.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бабушкин Алексей Николаевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
2	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
3	Германенко Александр Викторович	доктор физико-математических наук, доцент	Профессор	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
4	Каверин Алексей Михайлович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики
5	Мушников Николай Варфоломеевич	доктор физико-математических наук, Академик Российской академии наук	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Эксперимент и теоретические модели в физике

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входит 4 дисциплины. В курсе «Магнетизм и магнитные фазовые переходы» рассматриваются теории магнитоупорядоченного состояния ферро-, антиферро- и ферримагнетиков, фазовые превращения 1-го и 2-го рода в магнитоупорядоченных и магнитоупорядоченных веществах, которые возникают спонтанно при изменении температуры и химического состава, а также индуцируются магнитным полем, углубленно изучаются природа явлений и физические факторы, влияющие на параметры переходов. Курс «Свойства веществ при экстремальных условиях» дает современное представление о свойствах веществ при низких температурах и высоких давлениях. Даются представления об особенностях энергетического спектра электронов и фононов в металлах и диэлектриках. Рассматриваются эффекты, наиболее ярко проявляющиеся при низких температурах и высоких давлениях, свойства атомарных и молекулярных криогенных кристаллов, квантовых кристаллов. Курс «Физика твердого тела и твердотельная электроника» посвящен изучению основных физических явлений в твердых телах; математического аппарата, описывающего процессы, протекающие в твердых телах; практического применения приборов твердотельной электроники. На основе анализа моделей строения твердых тел рассматриваются влияние структуры кристаллической решетки и характера взаимодействия электронов с решеткой на кинетические явления в твердых телах. Рассматриваются физические основы применения твердых тел в приборах современной электроники. Курс «Экспериментальные методы в физике» дает базовые знания, необходимые для подготовки и проведения экспериментов в областях физики. Основными разделами дисциплины являются: необходимые сведения из метрологии (введение), термометрия, измерение давления и вакуума, электроизмерительная техника, определение веса, массы, плотности, калориметрия, акустические измерения, составление уравнений состояния, определение поверхностных свойств, исследования свойств веществ в экстремальных и метастабильных состояниях.

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	Свойства веществ при экстремальных условиях	3
2	Физика полупроводников и диэлектриков	3
3	Магнетизм и магнитные фазовые переходы	3
4	Экспериментальные методы в физике	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
---------------------	------------------

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
Магнетизм и магнитные фазовые переходы	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и 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>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>
	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p>
	ОПК-3 - Способен анализировать,	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения

	интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p>
	ПК-2 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований	<p>З-1 - Демонстрировать понимание научных проблем по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание методов и средств планирования и организации исследований и разработок</p> <p>У-1 - Обобщать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p>П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений</p>
Свойства веществ при экстремальных условиях	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и 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>
	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать</p>

	реальные или модельные эксперименты	необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ
	ПК-2 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований	З-2 - Демонстрировать понимание методов и средств планирования и организации исследований и разработок У-1 - Обобщать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений
Физика полупроводников и диэлектриков	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях 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
	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов

	осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ
	ПК-2 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований	З-1 - Демонстрировать понимание научных проблем по тематике проводимых исследований и разработок У-1 - Обобщать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений
Экспериментальные методы в физике	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях 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 П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и

		<p>принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>
<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p>	
<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>	
<p>ПК-2 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание научных проблем по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание методов и средств планирования и организации исследований и разработок</p> <p>У-1 - Обобщать результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>	

		П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Свойства веществ при экстремальных
условиях

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бабушкин Алексей Николаевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	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:

- **Бабушкин Алексей Николаевич, Профессор, 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	Физические свойства диэлектриков при низких температурах	Модель кристаллической решетки Эйнштейна. Спектральная функция фононных частот. Температура Эйнштейна. Модель кристаллической решетки Дебая. Температура Дебая. Квантовая теория теплоемкости кристаллов. Понятие «высокие» и «низкие температуры». Понятие «высокие» и «низкие» давления.
P2	Ангармонические эффекты в кристаллах	Уравнение состояния кристалла. Параметры состояния. Тепловое расширение. Параметр Грюнейзена. Температурная зависимость коэффициента линейного расширения.
P3	Элементы кинетики и термодинамики газа фононов при низких температурах	Возможность введения понятия фонона в искаженном кристалле. Возможность локализации фонона в макроскопическом объеме кристалла. Условия локализации. Экспериментальные методы наблюдения фокусировки фононов при низких температурах. Кинетическое уравнение Больцмана для газа фононов. Приближение времени релаксации. Нормальные процессы и процессы переброса. Фононный газ в идеальном диэлектрике. Баллистический режим движения фононов. Возможность существования в газе фононов стационарных токовых состояний. Условия их возникновения. Влияние процессов переброса на движение фононов в идеальной решетке. Второй звук, условия его возникновения. Теплопроводность диэлектриков.

		Температурная зависимость теплопроводности. Влияние давления на фононные частоты кристалла.
P4	Атомарные и молекулярные криогенные кристаллы	Наведенное диполь-дипольное взаимодействие. Потенциал Леннард-Джонса для атомарных криокисталлов. Уравнение соответственных состояний. Структура и физические свойства атомарных криокисталлов. Классические молекулярные криокисталлы. Ориентационное плавление молекулярных криокисталлов. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Теплоемкость молекулярных криокисталлов. Вклад в теплоемкость молекулярных криокисталлов фононов, либрационного движения молекул и внутримолекулярных возбуждений.
P5	Квантовые кристаллы	Условие устойчивости кристаллического состояния. Параметр де Бура. Квантовая диффузия. Вакансионны. Примесоны.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Свойства веществ при экстремальных условиях

Электронные ресурсы (издания)

1. Гуртов, В. А.; Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие.; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466> (Электронное издание)
2. Гуртов, В. А., Алешина, Л. А.; Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие.; Техносфера, Москва; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/26903.html> (Электронное издание)
3. Ашкрофт, Н., Н.; Физика твердого тела; Мир, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гуртов, В. А., Осауленко, Р. Н., Алешина, Л. А.; Физика твердого тела для инженеров : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210101 "Физ. электроника"; Техносфера, Москва; 2007 (3 экз.)
2. Бабушкин, А. Н.; Введение в структурный анализ: основные представления о методах исследования структуры конденсированных сред : Учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Екатеринбург; 2002 (58 экз.)
3. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы"; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)
4. Брандт, Н. Б.; Электроны и фононы в металлах : Учеб. пособие.; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 1990 (13 экз.)

5. Блейкмор, Д., Андрианов, Д. Г., Фистуль, В. И.; Физика твердого тела : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1988 (16 экз.)
6. Жданов, Г. С., Хунджуа, А. Г.; Лекции по физике твердого тела: Принципы строения, реальная структура, фазовые превращения; МГУ, Москва; 1988 (23 экз.)
7. Ашкрофт, Н.; Физика твердого тела: В 2 т. Т. 1. ; Мир, Москва; 1979 (33 экз.)
8. Ашкрофт, Н., Кугель, К. И., Михайлов, А. С., Каганов, М. И.; Физика твердого тела: В 2 т. Т. 2. ; Мир, Москва; 1979 (33 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Открытая база данных по кристаллографии. <http://www.crystallography.net/>
2. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ <https://www.rfbr.ru/>
3. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
4. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
5. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
6. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
7. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>
8. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
9. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
10. 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Свойства веществ при экстремальных условиях

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика полупроводников и диэлектриков

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Германенко Александр Викторович	доктор физико- математических наук, доцент	Профессор	Кафедра 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:

- Германенко Александр Викторович, Профессор, Кафедра 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	История. Основные свойства полупроводников. Технология. Применение	История открытия полупроводников. Ранние исследования. Основные свойства полупроводников. Применение полупроводников в науке и технике. Классификация полупроводников (по составу, по ширине запрещенной зоны, разделение на прямозонные и непрямозонные материалы, по магнитным свойствам). Методы выращивания полупроводниковых кристаллов: метод Чохральского; газофазная эпитаксия; молекулярно-пучковая эпитаксия. Методы получения низко-размерных структур: двумерных квантовых слоев, квантовых проволок и точек.
P2	Спектр полупроводников. Зонная структура	Элементы зонной теории. Формулировка общей квантово-механической задачи. Роль кулоновского взаимодействия в формировании спектра. Адиабатическое приближение и его применимость. Одноэлектронное приближение. Простейшие модели: одномерный ящик и модель Кронига-Пенни. Теорема Блоха. Предсказания моделей и их соответствие реальной ситуации. Зонный характер спектра в модели Кронига-Пенни. Волновая функция электрона в периодическом потенциале. Форма краев зон. Характер движения электрона в периодическом потенциале (движение во внешнем электрическом поле). Понятие групповой скорости. Эффективная масса. Типы зонной структуры в кристаллических телах: металлы, полуметаллы, диэлектрики. Зонная структура конкретных полупроводников: германий,

		кремний, полупроводники со структурой цинковой обманки. Бесщелевые и узкозонные полупроводники. Полуметаллы. Модель Кейна (характерные особенности и различные предельные случаи). Модель Латтинжера. Лёгкие и тяжёлые дырки. Энергетический спектр твердых растворов на HgCdTe и их магнитных аналогов HgMnTe. Влияние одноосного и всестороннего сжатия на спектр носителей.
P3	Дефекты в полупроводниках	Энергетический спектр реальных полупроводников. Классификация дефектов. Различные виды дефектов (примеси замещения, внедрения, вакансии, наличие границы). Мелкие примесные уровни (водородоподобная примесь). Спектр и волновые функции мелких донорных и акцепторных состояний. Спектр слабо- и сильнолегированных полупроводников.
P4	Статистика полупроводников	Статистика полупроводников. Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Вырожденный и невырожденный электронный газ. Плотность состояний. Плотность состояний в анизотропной зоне. Эффективная масса плотности состояний. Концентрация носителей заряда в зонах и на локальных уровнях. Интегралы Ферми. Решение уравнения электронейтральности для собственного полупроводника. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в собственном полупроводнике. Решение уравнения электронейтральности в полупроводнике с одним типом однозарядных доноров. Температурная зависимость концентрации электронов в полупроводнике с одним типом однозарядных доноров. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов при одновременном наличии донорной и акцепторной примеси.
P5	Явления переноса	Явления электронного переноса. Электропроводность. Подвижность. Транспортное время релаксации импульса. Закон Ома в анизотропных полупроводниках. “Дрейфовая” эффективная масса. Эффект Холла (один тип носителей,двигающихся с одинаковой скоростью, малые магнитные поля). Характер движения электронов и дырок в скрещенных электрическом и магнитном полях. Тензор электропроводности, эффект Холла и магнитосопротивление в произвольном магнитном поле. Эффект Холла и магнитосопротивление для двух типов носителей заряда – электронов и дырок. Зависимость коэффициента Холла от магнитного поля и температуры.
P6	Уравнение Больцмана	Уравнение Больцмана. Правило усреднения времени релаксации импульса. Эффект Холла и магнитосопротивление для невырожденного и вырожденного электронного газа. Холл-фактор. Коэффициент магнитосопротивления. Время релаксации и вероятность квантовых переходов. Рассеяние на ионизированной примеси. Зависимость времени релаксации от энергии для различных механизмов рассеяния. Температурная зависимость подвижности.
P7	Магнитные квантовые эффекты	Магнитные квантовые эффекты. Энергетический спектр электронов и дырок в магнитном поле. Плотность состояний.

		Учет спина. Осцилляции Шубникова-де Гааза. Условия наблюдения. Определение концентрации и эффективной массы из осцилляций Шубникова-де Гааза. Магнитофононный резонанс (МФР). Определение эффективной массы из МФР. Межзонное и примесное магнитное вымораживание носителей. Циклотронный резонанс (классическое рассмотрение).
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика полупроводников и диэлектриков

Электронные ресурсы (издания)

1. Бонч-Бруевич, В. Л.; Физика полупроводников; Наука, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483346> (Электронное издание)
2. Ансельм, А. И.; Введение в теорию полупроводников : монография.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, Ленинград; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479539> (Электронное издание)
3. Киттель, Ч., Ч.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бонч-Бруевич, В. Л.; Физика полупроводников; Наука, Москва; 1990 (18 экз.)
2. Ансельм, А. И., Алферов, Ж. И.; Введение в теорию полупроводников : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по физ. и техн. специальностям.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (11 экз.)
3. Киттель, Ч., Гусев, А. А., Пахнев, А. В.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978 (53 экз.)
4. Шалимова, К. В.; Физика полупроводников : учебник [для студентов физ. и техн. специальностей].; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (2 экз.)
5. Ю, П., Захарченя, Б. П., Решина, И. И.; Основы физики полупроводников; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2002 (2 экз.)
6. Имри, Имри Й., Булгадаев, С. А., Иоселевич, А. С., Лебедев, А. В., Щелкачев, Н. М.; Введение в мезоскопическую физику; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>
2. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ <https://www.rfbr.ru/>
3. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>

4. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
5. 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика полупроводников и диэлектриков

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Магнетизм и магнитные фазовые переходы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Мушников Николай Варфоломеевич	доктор физико- математических наук, Академик Российской академии наук	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Волегов Алексей Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов
- Мушников Николай Варфоломеевич, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов

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	История развития представлений о магнетизме и магнитных фазовых переходах.
P2	Прямое обменное взаимодействие	Модель Гайтлера-Лондона, модель Гайзенберга, модель спиновых волн. Достоинства и недостатки моделей. Их применимость.
P3	Косвенный обмен через электроны проводимости	Эффект Кондо. Теория Рудермана-Киттеля-Касуи-Иосиды.
P4	Обменное взаимодействие и зонный магнетизм	Зонная структура металлов переходных групп. Обменное взаимодействие.
P5	Косвенный обмен в диэлектриках	Структура магнитных диэлектриков. Феноменологическая теория ферримагнетизма Нееля. Обменное взаимодействие через анионы.
P6	Магнитные фазовые переходы 1 и 2 рода	Феноменологическая теория фазовых переходов по Ландау и Гинзбургу. Спонтанные спин-переориентационные переходы в одноосных и кубических магнетиках. Концентрационные и температурные магнитные фазовые переходы. Индуцированные ориентационные фазовые переходы в сильноанизотропных и слабоанизотропных магнетиках. Магнитная фазовая H-T диаграмма. Зонные магнитные фазовые переходы.

Р7	Аномалии физических свойств в области фазовых переходов	Аномалии магнитострикции, теплового расширения, магнитокалорического эффекта, электросопротивления и теплоемкости в области фазового перехода.
-----------	---	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Магнетизм и магнитные фазовые переходы

Электронные ресурсы (издания)

1. Ландау, Л. Д.; Электродинамика сплошных сред : монография.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474070> (Электронное издание)
2. Туров, Е. А.; Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов: феноменологическая теория спиновых волн в ферромагнетиках, антиферромагнетиках и слабых ферромагнетиках; Академия наук СССР, Москва; 1963; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483409> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д., Питаевский, Л. П.; Теоретическая физика : [Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов]: В 10 т. Т. 8. Электродинамика сплошных сред; Наука, Москва; 1982 (31 экз.)
2. Туров, Е. А.; Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов : феноменол. теория спиновых волн в ферромагнетиках, антиферромагнетиках.; Изд-во АН СССР, Москва; 1963 (4 экз.)
3. Суздаев, И. П.; Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов; [КомКнига, Москва; 2006] (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
2. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
3. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
4. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
5. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>
6. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ <https://www.rfbr.ru/>
7. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
8. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
9. 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Магнетизм и магнитные фазовые переходы

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Экспериментальные методы в физике

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Каверин Алексей Михайлович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Каверин Алексей Михайлович, Доцент, Департамент фундаментальной и прикладной физики

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. Необходимые сведения из метрологии	Общие сведения об измерениях. Понятие о физических величинах и их измерениях. Средства измерения: мера, прибор, преобразователь, принадлежности, установка, система. Понятие метода измерения. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Класс точности измерительного прибора (основной случай). Понятие об абсолютных и относительных измерениях, измерения в шкале прибора. Точность отсчета измеряемой величины по прибору.
P2	Температурные и прецизионные электрические измерения	Температура как физическая величина. Температурные шкалы. Термопары. Нормальный термоэлектрод, термоэлектрические материалы и требования к ним. Классификация и типы термопар.

		<p>Устройство и конструктивные формы термопар (простейшая, лабораторная, дифференциальная, термобатарей).</p> <p>Изготовление и изоляция спаев, термоэлектродов, и подводящих проводов.</p> <p>Измерение термоэдс.</p> <p>Измерение термоэдс милливольтметром.</p> <p>Компенсационный метод измерения термоэдс.</p> <p>Чувствительность потенциометров.</p> <p>Устройство и типы потенциометров.</p> <p>Термометры сопротивления.</p> <p>Материалы для термометров сопротивления и требования к ним.</p> <p>Устройство термометров сопротивления. Подводящие провода, защитная арматура.</p> <p>Типы термометров сопротивления, их достоинства и недостатки.</p> <p>Методы измерения сопротивления.</p> <p>Потенциометрический.</p> <p>Мостовые: уравновешенный мост, неуравновешенный мост, мост с переходным контактом в диагонали, трехпроводная схема подключения термометра сопротивления.</p> <p>Чувствительность мостовых схем.</p> <p>Полупроводниковые термометры сопротивления. Материалы, устройство, типы, преимущества и недостатки, области использования.</p>
РЗ	Измерения давления и вакуума	<p>Давление как физическая величина. Единицы измерения давления.</p> <p>Классификация средств измерения давления.</p> <p>Жидкостные манометры.</p> <p>Пружинные манометры.</p> <p>Манометры с трубчатой пружиной. Принцип действия, устройство, типы, порядок работы, погрешности и поправки.</p> <p>Геликоидальные, мембранные и сильфонные манометры.</p> <p>Поршневые манометры. Принцип действия, устройство, порядок работы, поправки к показаниям.</p> <p>Электрические и цифровые манометры (пьезоэлектрические, сопротивления, емкостные).</p> <p>Измерения вакуума. Классификация вакуумметров.</p> <p>Жидкостные вакуумметры.</p>

		<p>Компрессионные вакуумметры. Принцип действия, устройство, порядок работы, два метода измерения давления, достоинства и недостатки.</p> <p>Деформационные вакуумметры.</p> <p>Тепловые вакуумметры.</p> <p>Вакуумметры сопротивления.</p> <p>Термопарные вакуумметры. Принцип действия, устройство, порядок работы.</p> <p>Ионизационные вакуумметры.</p> <p>Электронные ионизационные вакуумметры. Принцип действия, устройство, порядок работы.</p> <p>Ионизационно-термопарные вакуумметры.</p> <p>Магнитные электроразрядные вакуумметры.</p> <p>Радиоизотопные вакуумметры.</p>
<p>P4</p>	<p>Измерения веса и массы</p>	<p>Вес и масса как физические величины. Единицы измерения веса и массы.</p> <p>Весы и гири.</p> <p>Общее определение и возможные классификации.</p> <p>Лабораторные весы: аналитические, технические, специальные.</p> <p>Гири. Классификация и типы.</p> <p>Простое и точное взвешивание.</p> <p>Факторы, ограничивающие точность взвешивания: значение ускорения свободного падения, архимедова сила, инструментальные погрешности весов, дефекты и погрешности в гирях.</p> <p>Методы и способы взвешивания: непосредственной оценки, сравнения с мерой, противопоставления (прямое противопоставление и способ Гаусса), замещения (способ Бордо и способ Менделеева).</p>
<p>P5</p>	<p>Методы измерения плотности</p>	<p>Определение плотности твердых тел, жидкостей и газов в “обычных” условиях: гидростатическое взвешивание, пикнометры, объеммеры, ареометры, другие методы.</p> <p>Определение p-ρ-T зависимости жидкостей и газов. Исторически первые пьезометры Амага и Михельса. Метод перемещающегося поршня. Метод постоянного объема. Относительные методы.</p> <p>Современные прецизионные методики и установки. Установка МЭИ. Установка Байдакова. Установка NIST-NBS (США). Метод двух поплавков и установка Вагнера (Германия).</p>

P6	Калориметрия	<p>Определение выделившегося тепла. Калориметры с изотермической и адиабатической оболочками.</p> <p>Измерение теплоемкости C_p жидкостей и твердых тел. Метод непосредственного нагрева. Метод смешения. Лабораторные установки и промышленные приборы.</p> <p>Измерение теплоемкости C_p газов. Метод смешения. Метод постоянного протока.</p> <p>Изохорная теплоемкость жидкостей и газов. Особенности и трудности экспериментального определения C_v. Установка ВНИИФТРИ. Установка Амирханова.</p> <p>Импульсные методы измерения теплоемкости.</p> <p>Микрокалориметрия (определение теплоемкости малых образцов). Метод переменного тока. Метод постоянной времени. Метод сканирования.</p>
P7	Акустические измерения и методы исследования	<p>Краткий исторический обзор. Методы ультразвукового интерферометра и оптический.</p> <p>Импульсные методы измерения скорости ультразвука: метод прямого отсчета, стоячих волн, суперпозиции импульсов (оптического наложения), иммерсионный, кольцевой.</p> <p>Импульсные методы измерения поглощения ультразвука: метод сравнения, дифференциальный, самобалансирующего моста, многократных отражений.</p> <p>Другие методы акустических исследований.</p>
P8	Уравнения состояния однокомпонентных веществ и растворов	<p>Необходимые сведения из теории аппроксимации. Матричная формулировка метода наименьших квадратов. Анализ регрессий. Выбор оптимальной аппроксимирующей функции. Особенности реализации МНК - аппроксимации на различных ЭВМ и языках программирования.</p> <p>«Простые» уравнения состояния.</p> <p>Составление уравнения состояния по известным p-V-T и калорическим данным. Метод и уравнения Сычева. Методы Байдакова.</p> <p>Методы Леммона и др. Особенности составления уравнений состояния для растворов.</p>
P9	Поверхностное натяжение и другие свойства границы раздела фаз	<p>Методы измерения поверхностного натяжения: капиллярного поднятия, погруженной пластины, отрыва кольца, капиллярных волн. Краткий обзор других методов.</p> <p>Измерение краевого угла.</p> <p>Эллипсометрия.</p>

P10	Вещество в экстремальных и метастабильных состояниях	Сверхвысокие давления и температуры. Широкодиапазонное уравнение состояния. Перегретая жидкость. Исследование кинетики зародышеобразования и определение границы достижимого перегрева однокомпонентных жидкостей и растворов. Методы всплывающих капелек, непрерывного нагрева, пузырьковой камеры, импульсный и другие. Пересыщенный пар. Исследование кинетики конденсации в камере Вильсона и потоках пара. Исследование спонтанной кристаллизации переохлажденных жидкостей.
P11	Исследования по магистерским программам студентов (заслушивание студенческих докладов)	Выступления по тематике исследований.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные методы в физике

Электронные ресурсы (издания)

1. Худсон, Д., Д., Лейкин, Е. М.; Статистика для физиков: лекции по теории вероятностей и элементарной статистике; Мир, Москва; 1970; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458335> (Электронное издание)
2. Голуб, О. В.; Стандартизация, метрология и сертификация : учебное пособие.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57452> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Кузнецов, В. А., Кузнецов, В. А.; Общая метрология; ИПК Изд-во стандартов, Москва; 2001 (13 экз.)
2. Иванова, Г. М., Кузнецов, Н. Д., Чистяков, В. С.; Теплотехнические измерения и приборы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика".; МЭИ, Москва; 2005 (59 экз.)
3. , Сеницын, Е. Н., Гулецкая, И. Ф., Янковская, О. П., Ивакин, В. Б., Михалевич, Л. А., Муратов, Г. Н.; Теплофизические свойства жидких фторорганических соединений. Экспериментальные данные и методы расчета : Справ.; Наука, Екатеринбург; 1995 (11 экз.)

4. Байдаков, В. Г.; Перегрев криогенных жидкостей; УрО РАН, Екатеринбург; 1995 (3 экз.)
5. , Малиновский, В. Н., Евланов, Ю. Н., Демидова-Панферова, Р. М.; Электрические измерения : Учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (9 экз.)
6. Сергеев, А. Г., Латышев, М. В., Терегеря, В. В.; Метрология, стандартизация, сертификация : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Метрология, стандартизация и сертификация" и специальности "Метрология и метрол. обеспечение".; Логос, Москва; 2003 (32 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. American Institute of Physics <http://scitation.aip.org/>
2. American Physical Society <https://journals.aps.org/about>
3. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com>
4. INSPEC EBSCO publishing <http://search.ebscohost.com/>
5. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>
6. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ <https://www.rfbr.ru/>
7. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
8. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
9. 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экспериментальные методы в физике

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	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>