

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Специальный физический практикум

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.02 - Физика

Направленность образовательной программы
магистерская программа «Физика конденсированного состояния»

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальный физический практикум» относится к обязательной части Б1.О блока Б1 «Дисциплины (модули)», является обязательной для освоения, преподается на первом году обучения в магистратуре, во втором семестре.

Целями освоения дисциплины «Специальный физический практикум» являются:

1. знакомство обучающихся с реальными физическими системами и методами расчета их характеристик, применяемыми в современных научных исследованиях;
2. формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельной работы в решении практических задач, близких к сфере профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<i>УК-3.1. Знание методики формирования команд; методов эффективного руководства коллективами; основных теорий лидерства и стилей руководства</i> <i>УК-3.2. Умение разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели</i> <i>УК-3.3. Навыки и умение анализировать, проектировать и организовывать</i>	(УК-3) Знать необходимый набор шагов и действий для решения научно-исследовательских и инновационных задач; (УК-3) Уметь применять полученные в ходе изучения дисциплины навыки в научных исследованиях; (УК-3) Владеть навыками проведения научных исследований.	Индивидуальные собеседования	Контрольные вопросы

	<i>межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; навыки организации и управления коллективом</i>			
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	<p><i>ОПК-1.1. Фундаментальные знания в области физики</i></p> <p><i>ОПК-1.2. Умение использовать фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач в профессиональной сфере деятельности</i></p> <p><i>ОПК-1.3. Навыки применения педагогического мастерства для осуществления преподавательской деятельности</i></p>	<p>(ОПК-1) Знать основные принципы использования суперкомпьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p>(ОПК-1) Уметь применять суперкомпьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p>(ОПК-1) Владеть навыками использования современных суперкомпьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности.</p>	Индивидуальные собеседования	Контрольные задания
ОПК-2. Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	<p><i>ОПК-2.1. Знание принципов руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности</i></p> <p><i>ОПК-2.2. Умение адекватно ставить задачи самостоятельного исследования, формулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели</i></p> <p><i>ОПК-2.3. Навыки</i></p>	<p>(ОПК-2) Знать современное состояние исследований в области, охватываемой изучаемой дисциплиной;</p> <p>(ОПК-2) Уметь применять методы решения физических проблем в исследовательской деятельности;</p> <p>(ОПК-2) Владеть методами решения физических проблем в исследовательской деятельности.</p>	Индивидуальные собеседования	Контрольные вопросы

	<i>организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики</i>			
ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки	<p><i>ОПК-3.1. Знание принципов построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовых процедур применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности</i></p> <p><i>ОПК-3.2. Умение использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной сферы деятельности</i></p> <p><i>ОПК-3.3. Навыки применения методов математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий</i></p>	<p>(ОПК-3) Знать современные тенденции и направления развития физических исследований;</p> <p>ОПК-3) Уметь применять знания, полученные при изучении других дисциплин физического профиля, при решении научно-инновационных задач;</p> <p>(ОПК-3) Владеть навыками использования полученных ранее знаний в области физики при решении научно-инновационных задач.</p>	Индивидуальные собеседования	Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	5
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	-
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	147
Промежуточная аттестация	зачет

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Определение закона дисперсии носителей в валентной зоне кристаллов со структурой алмаза или цинковой обманки. Численное решение дисперсионного уравнения в вырожденной зоне и графическое представление решения.	44	—	—	8	8	36
2. Фононные ветви в кубических кристаллах. Расчет зависимости частоты от волнового вектора для упругих колебаний решетки в зоне Бриллюэна кубических кристаллов. Визуализация результатов.	45	—	—	8	8	37
3. Зонная структура полупроводников в модели сильной связи. Расчет энергетических ветвей в полупроводниках со структурными типами алмаза и сфалерита в рамках модели сильной связи. Расширение базиса – s, p, d, \dots орбитали. Графическое представление зон.	45	—	—	8	8	37
4. Расчет спектра молекулы SiH₄ с помощью метода линейной комбинации атомных орбиталей. Параметры модели – матричные элементы гамильтониана. Интегралы перекрытия. Граничные условия. Решение дисперсионного уравнения.	45	—	—	8	8	37

В т.ч. текущий контроль	2	2	–
Промежуточная аттестация – зачет			

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – неотъемлемая часть подготовки высококвалифицированного специалиста в соответствующей области. Ее цель – формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного и дополнительного материала, решение домашних контрольных работ с последующей проверкой навыков решения задач.

Проработка лекционного материала осуществляется еженедельно после проведения аудиторных занятий в рамках часов, отведенных студентам на самостоятельную работу. Кроме того, работа с лекционным и дополнительным материалом (рекомендованной литературой, приведенной в конце данной программы) проводится в период сессии при подготовке к экзамену по дисциплине.

Выполнение домашних работ осуществляется еженедельно или раз в две недели в соответствии с графиком изучения соответствующего лекционного материала и проведения практических занятий по соответствующей тематике.

Задачи для выполнения самостоятельных контрольных работ по каждому разделу дисциплины составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка тестовых заданий. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Зачет	
Зачтено	Обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий.
Не зачтено	Обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности.

6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

– индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии: практические контрольные задания. Типы практических контрольных заданий:

– выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

6.3.1 Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Построить изоэнергетические поверхности для валентных электронов в кремнии.
2. Получить и построить графически зависимости фононных частот от волнового вектора в кристалле с простой кубической решеткой.
3. Методом сильной связи рассчитать и построить зонную диаграмму (до зоны проводимости) в кремнии и арсениде галлия в базисе s и p орбиталей.
4. Рассчитать уровни энергии в молекуле SiH_4 методом линейной комбинации атомных орбиталей.

6.3.2. Вопросы для итогового контроля сформированности компетенции:

1. Что понимается под вырождением энергетической зоны в кристалле?
2. Строение валентной зоны в полупроводниках со структурным типом алмаза или сфалерита.
3. Симметрия блоховских функций потолка валентной зоны в кубических кристаллах.
4. Нормальные колебания кристаллической решетки.
5. Число колебательных мод решетки.
6. Сколько фононов в основном состоянии кристаллической решетки?
7. Основные параметры модели сильной связи.
8. Понятие базиса модели.
9. Уравнение для определения электронного спектра.
10. Линейная комбинация атомных орбиталей.
11. Разложение волновой функции по базису.
12. Основные приближения метода ЛКАО.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Учебные аудитории могут быть при необходимости оснащены демонстрационным оборудованием для сопровождения учебных занятий презентациями.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Автор(ы):

зав. кафедрой теоретической физики физического факультета, д. ф.-м. н., доцент В.А. Бурдов.

Рецензенты(ы):

зав. кафедрой теоретической физики физического факультета, д. ф.-м. н., доцент В.А. Бурдов.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.11.2022, протокол № б/н.