

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2025 15:45:48
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d715838871816602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



И.Г. Игнатова

2020 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы теоретической и математической физики»

Направление подготовки – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Элементная база наноэлектроники»

2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК- 1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач» сформулирована на основе следующих профессиональных стандартов:

40.037 Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники

Обобщенная трудовая функция: Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов.

Трудовые функции: Е/02.7 «Разработка технического задания на выбор полупроводниковых структур и вспомогательных материалов для реализации приборов с заданными параметрами»

40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами

Обобщенная трудовая функция: Осуществление технического руководства проектно-изыскательскими работами при проектировании объектов, ввод в действие и освоение проектных мощностей.

Трудовые функции: С/01.7 «Организация выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с тематическим планом отдела (отделения)».

| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине | Задачи профессиональной деятельности | Индикаторы достижения подкомпетенций |
|--|--|--|
| ПК-1.МТМФ «Способен обоснованно выбирать теоретические методы решения научных задач» | - сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; - использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем; - подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конфе- | Знания: - лагранжева формализма в теории поля; - метода функций (тензоров) Грина при решении задач теории поля; Умения: - составлять функцию Лагранжа произвольной полевой системы и решать уравнения поля; Опыт деятельности: - решения практических задач, требующих использования лагранжева и гамильтонова методов описания полевых систем; |

| | | |
|--|--------------------|--|
| | ренции и семинары; | |
|--|--------------------|--|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении дисциплин Математический анализ, Линейная алгебра, Дифференциальные уравнения, Теория функций комплексной переменной, Физика. Электричество и магнетизм, Квантовая механика, Статистическая физика.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоёмкость (ЗЕ) | Общая трудоёмкость (часы) | Контактная работа | | | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация |
|------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | | Лекции (часы) | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) | | |
| 1 | 1 | 2 | 72 | 32 | - | - | 40 | 3аО |
| 1 | 2 | 3 | 108 | 32 | - | - | 76 | 3аО |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля | Контактная работа | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля |
|--|-------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|--|
| | Лекции (часы) | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) | | |
| 1. Квантовая теория твёрдого тела. | 32 | - | - | 40 | Коллоквиум №1 Контроль выполнения индивидуального задания |
| 2. Методы теоретической и математической физики. | 32 | - | - | 76 | Коллоквиум №2 Контроль выполнения индивидуального задания Контрольная работа |

4.1. Лекционные занятия

| № модуля дисциплины | № лекции | Объем занятий (часы) | Краткое содержание |
|------------------------|----------|-------------------------|--|
| 1 | 1-2 | 4 | Метод вторичного квантования. Описание многочастичных возбуждений на языке метода вторичного квантования. Принцип тождественности в квантовой механике. Операторы рождения и уничтожения ферми- и бозе-частиц. Перестановочные соотношения для ферми- и бозе-операторов. |
| | 3 | 2 | Процедура квантования многочастичной системы в представлении вторичного квантования. Квантование одномерного кристалла в лагранжевом и гамильтоновом формализмах. Коммутационные соотношения для канонически сопряжённых операторов. |
| | 4-5 | 4 | Процедура квантования многочастичной системы в представлении вторичного квантования, квантование колебаний кристаллической решётки: дискретный и непрерывный случай. |
| | 6 | 2 | Квантование произвольных полей. Квантование уравнения Шредингера: бозоны и фермионы: |
| | 7-8 | 4 | Квантование электромагнитного поля как пример квантования поля со связями. |
| | 9 | 2 | Дырки в формализме вторичного квантования. |
| | 10-11 | 4 | Электрон-электронное взаимодействие Приближение Хартри-Фока. Обменное взаимодействие. |
| | 12 | 2 | Электрон-дырочное взаимодействие. |
| | 13 | 2 | Плазмоны в формализме вторичного квантования. |
| | 14 | 2 | Обменное взаимодействие и гамильтониан Гейзенберга. Спиновые волны: магноны, закон Блоха. Преобразование Хольштейна-Примакова. Магноны. |
| | 15 | 2 | Электрон-фоонное взаимодействие: гамильтониан Фрёлиха. |
| | 16 | 2 | Теория сверхпроводимости: модель БКШ и преобразование Боголюбова. Теория возмущений на языке функций Грина, диаграммная техника, уравнения Дайсона для пропагаторов (функций Грина). <i>Коллоквиум.</i> |
| | 2 | 1 | 2 |
| 2 | | 2 | Некоторые задачи вариационного исчисления: уравнение Эйлера, |

| | | |
|----|---|---|
| | | метод Ритца; принцип наименьшего действия. |
| 3 | 2 | Решение задачи о брахистохроне и задачи Дидоны |
| 4 | 2 | Векторная (тензорная) алгебра: тензорные поля, теоремы Гаусса, Стокса и Гельмгольца, криволинейные координаты, параметры Ламэ. |
| 5 | 2 | Тензоры напряжения, деформации, дисторсии, закон Гука. |
| 6 | 2 | Тензор модулей упругости изотропной среды, упругие волны в изотропной среде, тензорная функция Грина волнового уравнения. |
| 7 | 2 | Электродинамика сред с пространственно-временной дисперсией: тензор диэлектрических проницаемостей, нормальные волны в среде, решение дисперсионного уравнения, уравнение Френеля, поперечные и продольные волны, фазовая и групповая скорости. |
| 8 | 2 | Контрольная работа: решение задач отыскания вариации и минимизации функционала. |
| 9 | 2 | Лагранжев формализм в теории поля, преобразования Лоренца четырехмерных векторов, тензоры электромагнитного поля, энергии-импульса. |
| 10 | 2 | Уравнение состояния квантового идеального газа, обменные эффекты. |
| 11 | 2 | Плотность вероятности для энергии системы, описываемой каноническим распределением Гиббса, аппроксимация Гауссовым законом распределения вероятностей для экстенсивного термодинамического параметра. |
| 12 | 2 | Многомерное Гауссово распределение, расчёт флуктуаций термодинамических величин, расчёт основных термодинамических величин фотонного газа. |
| 13 | 2 | Методы решения интегральных уравнений, гильбертово пространство операторы проектирования, метод возмущений. |
| 14 | 2 | Элементы теории представлений, ядро линейного оператора, унитарный оператор, каноническое преобразование, оператор канонического преобразования. |
| 15 | 2 | Координатное и импульсное представления, квантовомеханические описания системы по Шредингеру и Гайзенбергу. |
| 16 | 2 | Коллоквиум. |

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС |
|---------------------|----------------------|--|
| 1 | 10 | Работа с конспектом лекций. |
| | 6 | Чтение и разбор рекомендованной литературы. Изучение дополнительной тематической литературы и интернет-ресурсов. |
| | 24 | Выполнение индивидуального задания: решение практических задач. |
| 2 | 15 | Работа с конспектом лекций. |
| | 11 | Чтение и разбор рекомендованной литературы. Изучение дополнительной тематической литературы и интернет-ресурсов. |
| | 10 | Подготовка к контрольной работе |
| | 40 | Выполнение индивидуального задания: решение практических задач. |

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1

1. Теоретический материал по тематике лекций и семинаров.
2. Методические указания студентам.
3. Список вопросов к коллоквиуму №1.
4. Список учебной литературы.

Модуль 2

1. Конспекты лекций.
2. Методические указания студентам.
3. Список вопросов к коллоквиуму №2.
4. Список учебной литературы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература:

1. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учеб. пособие для вузов: В 10 т. Т. II: Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Под ред. Л.П. Питаевского. - 9-е изд., стер. - М.: Физматлит, 2014. - 508с.
2. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Учеб. пособие : В 10 т. Т. I: Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; Под ред. Л.П. Питаевского. - 7-е изд., стер. - М.: Физматлит, 2015. - 224 с.
3. Ландау Л.Д. Теоретическая физика : Учеб. пособие для вузов: В 10 т. Т. IX, Ч. 2 : Статистическая физика : Теория конденсированного состояния / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский; Под ред. Л.П. Питаевского. - 5-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2015. - 440 с.

Периодические издания:

1. ФИЗИКА И ТЕХНИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ = SEMICONDUCTORS / РАН, Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе; Гл. ред. Р.А. Сурис. - СПб. : Наука, 1967 - . – URL: <http://journals.ioffe.ru/ftp/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.
2. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК : Научный журнал / Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Редакция журнала УФН. - М. : РАН, 1918 - . - URL:<http://ufn.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
3. ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ : Научный журнал / РАН, Ин-т физических проблем им. П.Л. Капицы. - М. : РАН, Наука, 1873 - . – URL:<http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
4. ПИСЬМА В ЖУРНАЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ = JETP Letters / Российская академия наук, Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1965 - . – URL: <http://www.jetpletters.ac.ru/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный
5. JOURNAL OF APPLIED PHYSICS / American Institute of Physics. - USA : AIP, [б.г.]. – URL: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: по подписке МИЭТ.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Web of Science [v.5.35]: сайт. - URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).
3. MATLAB : [раздел сайта] // MathWorks : [сайт]. - 1994-2020. - URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html> (дата обращения: 27.11.2020)

4. APS Physics: [сайт] / American Physical Society Sites. - URL: <https://www.aps.org/> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: свободный.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются технологии смешанного обучения.

Применяется модель смешанного обучения «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с помощью дискуссий и решения практических задач. Работа поводится по следующей схеме: СРС (онлайновая преподавательская работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса) - аудиторная работа (семинар с представлением и обсуждением выполненной работы, решение практических задач с опорой на результаты самостоятельной работы) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя, zoom-консультации.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в системе ОРИОКС.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Перечень программного обеспечения |
|--|---|--|
| Учебная аудитория | Мультимедийное оборудование | Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ | Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC |

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-1.МТМФ «Способен обоснованно выбирать теоретические методы решения научных задач».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и семинаров обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся преподавателем по расписанию, заранее согласованному со студентами.

Цель лекций – обучение базовым знаниям и умениям с частичным охватом материала повышенного уровня. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Преподаватель, ведущий лекции, предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему лекции, которая проводилась на неделе, предшествующей консультации. На консультациях обсуждаются задачи повышенного уровня сложности, теоретический материал по теме. Безусловно, во время консультаций можно получить помощь и по всем вопросам базового уровня.

На семинарах, проводимых в диалоговом режиме, студенты получают специальные знания для закрепления предмета посредством разбора и решения модельных задач. Каждая задача представляет собой миниатюрную исследовательскую проблему, а процесс её решения моделирует научно-исследовательскую работу. Как показывает практика, наибольшую трудность при решении представляет формализация условия, т. е. перевод информации с русского языка на язык математических законов, формул и отношений. В данном случае, для облегчения поиска ответа необходимо научить студентов отбрасывать несущественные детали условия, пользоваться упрощенными моделями и схемами, опираться на известные физические законы.


В течение семестра студентам выдаются индивидуальные задания, представляющие из себя комплект практических задач, решение которых формирует навыки теоретических вычислений, которые необходимы в практической деятельности специалиста по наноэлектронике. Эти навыки необходимы для полноценного понимания физических моделей, излагаемых в научных статьях по наноэлектронике, а также для воспроизведения математических выкладок, опущенных в этих статьях. Контроль выполнения студентами индивидуальных заданий проводится на консультациях в соответствии с графиком контрольных мероприятий в ОРИОКС.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.


Баллами оценивается: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестрах (суммарно 60 баллов) и сдача дифференцированных зачётов (40 баллов). Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий доступны в журнале успеваемости в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор каф. КФН, д. ф.-м. н.  / А. Г. Фокин /

Ст. преподаватель  / А. Е. Широков /

Рабочая программа дисциплины «Методы теоретической и математической физики» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Элементная база нанoeлектроники» разработана на кафедре квантовой физики и нанoeлектроники (КФН) и утверждена на заседании кафедры 17 декабря 2020 года, протокол № 12

Заведующий кафедрой КФН  /А. А. Горбацевич/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова /