

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f7336d76e8b90e0821b84b602 «Московский и

«Московский институт электронной техники»



«23» января 2020 г.

M.II

2020 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК- 1** «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования» сформулирована на основе следующих профессиональных стандартов:

**40.040** «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»

**Обобщенная трудовая функция:** Разработка электрических схем и характеристика стандартных ячеек библиотеки

**Трудовые функции:** А/01.6 Разработка электрических схем стандартных ячеек библиотеки

| Подкомпетенции, формируемые в дисциплине                                                                                                                                           | Задачи профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Индикаторы достижения подкомпетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.КМ «Способен строить физические модели современных приборов и устройств микроэлектроники и нанoeлектроники, используя физический и математический аппарат квантовой механики» | <ul style="list-style-type: none"><li>- анализ научнo-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;</li><li>- математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li></ul> | <p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- принципа соответствия, свойств операторов физических величин, понятия о волновой функции, уравнения Шредингера, запутанных квантовых состояний;</li></ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- проводить аналитические и численные оценки параметров квантовых систем;</li></ul> <p><b>Опыт деятельности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- составления математических моделей квантовых систем.</li></ul> |

## 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 следующих дисциплин: Математический анализ; Физика. Электричество и магнетизм; Физика. Атомная физика и строение вещества; Теория вероятностей и математическая статистика, Дифференциальные уравнения.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоём-<br>кость (ЗЕ) | Общая трудоём-<br>кость (часы) | Контактная работа |                              |                                | Самостоятельная<br>работа (часы) | Промежуточная ат-<br>тестация |
|------|---------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
|      |         |                              |                                | Лекции (часы)     | Лабораторные<br>работы(часы) | Практические<br>занятия (часы) |                                  |                               |
| 2    | 4       | 3                            | 108                            | 32                | 16                           | -                              | 60                               | ЗаО                           |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование<br>модуля   | Контактная работа |                              |                                | Самостоятельная<br>работа | Формы текущего контроля                                                                     |
|------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | Лекции (часы)     | Лабораторные<br>работы(часы) | Практические<br>занятия (часы) |                           |                                                                                             |
| 1. Квантовая теория          | 32                | -                            | -                              | 30                        | Коллоквиум                                                                                  |
| 2. Лабораторный<br>практикум | -                 | 16                           | -                              | 30                        | Контроль выполнения инди-<br>видуальных практических<br>заданий к лабораторным ра-<br>ботам |

#### 4.1. Лекционные занятия

| № модуля<br>дисциплины | № лекции | Объем занятий<br>(часы) | Краткое содержание                                                                                                                                                                               |
|------------------------|----------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | 1        | 2                       | Экспериментальные основы квантовой механики. Классическое и квантовое описание системы. Корпускулярно-волновой дуализм.                                                                          |
|                        | 2        | 2                       | Принцип неопределённости. Полный набор динамических перемен-<br>ных. Принцип дополнительности. Пространственно-временное и энер-<br>гетически-импульсное описания квантово-механической системы. |
|                        | 3        | 2                       | Постулаты квантовой механики.                                                                                                                                                                    |
|                        | 4        | 2                       | Волновая функция и её свойства. Принцип суперпозиции состояний.<br>Корреляции и запутанные состояния квантовых систем. Квантовая те-<br>лепортация.                                              |
|                        | 5        | 2                       | Понятие о теории представлений. Операторы в квантовой механике и                                                                                                                                 |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |   | их свойства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6  | 2 | Собственные функции и собственные значения эрмитовых операторов и их свойства. Случай дискретного и непрерывного спектра.                                                                                                                                                                                            |
| 7  | 2 | Среднее значение измеряемой величины и вероятность результатов её измерения.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | 2 | Коммутативность операторов и одновременная измеримость физических величин.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9  | 2 | Операторы координаты $\hat{r}$ , импульса $\hat{p}$ , момента импульса $\hat{L}$ , энергии $\hat{H}$ . Вычисление коммутаторов, содержащих операторы $\hat{r}$ , $\hat{p}$ , $\hat{L}$ , $\hat{H}$ .                                                                                                                 |
| 10 | 2 | Волновое уравнение. Интегралы движения в квантовой механике. Сохранение числа частиц и оператор тока вероятности.                                                                                                                                                                                                    |
| 11 | 2 | Флуктуации физических величин и неравенства Гайзенберга. Операторы Гамильтона различных систем. Уравнение движения для квантовых операторов. Квантовая скобка Пуассона.                                                                                                                                              |
| 12 | 2 | Стационарные состояния различных систем. Граничные условия для волнового уравнения на границе раздела двух систем. Решение волнового уравнения в случае свободной материальной точки. Решение волнового уравнения в случае бесконечно глубокой потенциальной ямы.                                                    |
| 13 | 2 | Квантовые системы с пониженной размерностью. Размерное квантование. Квантово-механический осциллятор. Операторы вторичного квантования. Энергетический спектр квантово-механического осциллятора.                                                                                                                    |
| 14 | 2 | Собственный механический момент (спин). Операторы $\hat{S}_i$ и $\hat{S}^2$ и их свойства. Матрицы Паули. Спиновая переменная волновой функции. Уравнение Паули. Нормировка функций. Принцип тождественности. Спин и статистика. Нелокальное взаимодействие: эффект Ааронова-Бома и трансмутация статистики. Анионы. |
| 15 | 2 | Оператор перестановки и его свойства. Симметричное и антисимметричное состояния. <b>Коллоквиум.</b>                                                                                                                                                                                                                  |
| 16 | 2 | Стационарная теория возмущений в случае невырожденного дискретного энергетического спектра: нулевое и первое приближения. Критерий применимости теории возмущений.                                                                                                                                                   |

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

#### 4.3. Лабораторные работы

| № модуля<br>дисциплины | № лабораторной<br>работы | Объем занятий<br>(часы) | Наименование работы                                                                                                                                     |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                      | 1                        | 4                       | Построение 2D и 3D графических объектов в пакете MATLAB, как графическое представление результатов решения некоторых математических и физических задач. |
|                        | 2                        | 4                       | Свободное движение электрона. Волновой пакет.                                                                                                           |
|                        | 3                        | 4                       | Туннелирование волнового пакета через прямоугольный барьер.                                                                                             |
|                        | 4                        | 4                       | Движение электрона в потенциальной яме.                                                                                                                 |

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля<br>дисциплины | Объем занятий<br>(часы) | Вид СРС                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | 5                       | Работа с конспектом лекций.                                                                                                                                                                                                                                  |
|                        | 4                       | Чтение и разбор рекомендованной литературы.                                                                                                                                                                                                                  |
|                        | 5                       | Подготовка к коллоквиуму.                                                                                                                                                                                                                                    |
|                        | 8                       | Разбор практических задач из методического пособия.                                                                                                                                                                                                          |
|                        | 8                       | <b>Работа студентов с электронными ресурсами.</b> Просмотр студентами видео-лекции. Проработка тем, рассмотренных в видео-лекции, написание ответов на теоретические вопросы и решение задач.                                                                |
| 2                      | 26                      | Индивидуальные практические задания к лабораторным работам: написание программного кода для моделирования в среде Matlab к лабораторным работам 1-4, вывод формул из описаний лабораторных работ, решение практических задач на тематику лабораторных работ. |
|                        | 2                       | Получение результатов моделирования в виде массивов численных данных, таблиц, графиков и т.п.                                                                                                                                                                |
|                        | 2                       | Подготовка отчёта по лабораторным работам.                                                                                                                                                                                                                   |

#### 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.
2. Список вопросов к коллоквиуму.
3. Список учебной литературы.
4. Дополнительные материалы к дисциплине: видеоролики, презентации, статьи, нормативные документы

### **Модуль 2 «Лабораторный практикум»**

1. Описания лабораторных работ
2. Список контрольных вопросов

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература:**

1. Журавлев М.Н. Квантовая механика: Учеб. пособие / М. Н. Журавлев, А. Г. Фокин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2016. - 120 с.
2. Горбачевич А.А. Квантовая механика для инженеров (краткий курс): Учеб. пособие / А. А. Горбачевич; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 100 с. – Имеется электронная версия издания.
3. Галицкий В.М. Задачи по квантовой механике : Учеб. пособие для вузов / В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. - М.: Наука, 1981. - 648 с.
4. Сборник задач по теоретической физике : Учеб. пособие для вузов / Л.Г. Гречко [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. - 319 с.
5. Ландау Л.Д. Теоретическая физика : Учеб. пособие для вузов: В 10-ти т. Т. 3 : Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Под ред. Л.П. Питаевского / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - 5-е стер. изд. - М. : Физматлит, 2004. - 800 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. NSM Archive. Characteristics and Properties = Новые полупроводниковые материалы: Характеристики и свойства: Электронный архив / webmaster Алексей Толмачев // ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН : [сайт]. – Москва, 1998-2001. - URL: <http://www.ioffe.ru/SVA/NSM/rintroduction.html> (дата обращения: 27.11.2020).
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. Web of Science [v.5.35]: сайт. - URL: <http://apps.webofknowledge.com> (дата обращения: 27.11.2020).
4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 27.11.2020)
5. MATLAB : [раздел сайта] // MathWorks : [сайт]. - 1994-2020. - URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html> (дата обращения: 27.11.2020)
6. WebCSD // The Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) : [сайт]. - URL: <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/> (дата обращения: 27.11.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
7. 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 «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях (лекциях) с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания (индивидуальные практические задания к лабораторным работам).

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.

Также используются **внешние электронные ресурсы**:

**Лекция 1** Экспериментальные основы квантовой механики. Классическое и квантовое описание системы. Корпускулярно-волновой дуализм.

<https://www.youtube.com/watch?v=ARRP8qrqe1s&index=1&list=PLE61A955CA34AD967>

**Лекция 2** Принцип неопределённости. Полный набор динамических переменных. Принцип дополнительности. Пространственно-временное и энергетически-импульсное описание квантово-механической системы.

Часть 1

[https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT\\_CKszQf8&v=lg-FXdmbhFU#t=2810](https://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT_CKszQf8&v=lg-FXdmbhFU#t=2810)

Часть 2

[https://www.youtube.com/watch?v=cSsrarRVgkI&list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT\\_CKszQf8&index=3](https://www.youtube.com/watch?v=cSsrarRVgkI&list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT_CKszQf8&index=3)

**Лекция 3** Постулаты квантовой механики.

[https://youtu.be/d61qa0Fg6Fg?list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT\\_CKszQf8&t=338](https://youtu.be/d61qa0Fg6Fg?list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT_CKszQf8&t=338)

**Лекция 10** Волновое уравнение. Интегралы движения в квантовой механике. Сохранение числа частиц и оператор тока вероятности.

[https://www.youtube.com/watch?v=3CokW-9LAiA&list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT\\_CKszQf8&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=3CokW-9LAiA&list=PLqPbWVW7uS5O2y2DaVeq2E2CT_CKszQf8&index=5)

**Лекция 11** Флуктуации физических величин и неравенства Гайзенберга. Операторы Гамильтона различных систем. Уравнение движения для квантовых операторов. Квантовая скобка Пуассона.

[https://www.youtube.com/watch?v=ARRP8qrqe1s&list=PLE61A955CA34AD967&feature=player\\_detailpage#t=2157](https://www.youtube.com/watch?v=ARRP8qrqe1s&list=PLE61A955CA34AD967&feature=player_detailpage#t=2157)

**Лекция 12** Стационарные состояния различных систем. Граничные условия для волнового уравнения на границе раздела двух систем. Решение волнового уравнения в случае свободной материальной точки. Решение волнового уравнения в случае бесконечно глубокой потенциальной ямы.

[https://www.youtube.com/watch?list=PLE61A955CA34AD967&feature=player\\_detailpage&v=o5N\\_cOMDBwA#t=1707](https://www.youtube.com/watch?list=PLE61A955CA34AD967&feature=player_detailpage&v=o5N_cOMDBwA#t=1707)

**Лекция 13** Квантовые системы с пониженной размерностью. Размерное квантование. Квантово-механический осциллятор. Операторы вторичного квантования. Энергетический спектр квантово-механического осциллятора.

<https://youtu.be/Peuh41Te2jA?list=PLE61A955CA34AD967&t=664>

**Лекция 16** Стационарная теория возмущений в случае невырожденного дискретного энергетического спектра: нулевое и первое приближения. Критерий применимости теории возмущений.

<https://youtu.be/Ks3B9QTXD7g?list=PLE61A955CA34AD967&t=2063>



## 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 |
| Компьютерный класс 4212А                                              | ПЭВМ I5 (Intel Core i5 7400, монитор 21,5" АОС i2269Vw) 31 шт.                                                                                  | ПО для ЭВМ MATLAB                                                                                                                                                  |
| 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.КМ «Способен строить физические модели современных приборов и устройств микроэлектроники и наноэлектроники, используя физический и математический аппарат квантовой механики».

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 выполнение лабораторных работ обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором 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. Лектор предоставляет студентам все необходимые для этого методические материалы, а также проводит для желающих еженедельные консультации. Тема консультации, как правило, повторяет тему лекции, которая читалась на неделе, предшествующей консультации. На консультациях обсужда-

ются задачи повышенного уровня сложности, теоретический материал по теме. Безусловно, во время консультаций можно получить помощь и по всем вопросам базового уровня.

Важная часть изучения дисциплины «Квантовая механика» – работа с электронными ресурсами. Они представляют собой комплекс учебно-методических материалов, состоящий из видео-лекций со сторонних ресурсов и электронных версий конспектов лекций с разобранными задачами. Перед посещением лекции студенты должны просмотреть видео-лекцию, на которой рассматриваются темы соответствующей лекции, а также ознакомиться с прилагаемым к каждой лекции кратким конспектом в электронном виде. Эти материалы дополняют друг друга. Студенты должны поработать имеющийся материал, написать ответы на прилагающиеся к каждой лекции вопросы и решить предлагаемые задачи. Перед началом соответствующей лекции студенты сообщают преподавателю проблемные вопросы, возникшие при работе с электронными ресурсами. Во время лекции преподаватель объясняет их более подробно. В процессе выполнения электронного задания студенты должны продемонстрировать умение работать с современными электронными источниками информации, в частности, с медиа-источниками, умение анализировать полученную информацию, решать задачи, которые возникают по ходу рассмотрения теоретического материала. Преподаватель, встречаясь со студентами на консультациях, отвечает на сформулированные студентами в процессе ознакомления с медиа-материалами вопросы и объясняет решение задач. Результаты выполнения студентами самостоятельной работы с электронными ресурсами оцениваются на коллоквиуме.

Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно вне компьютерного класса. В рамках лабораторных работ студенты моделируют квантовые системы, и оформляют отчеты к лабораторным работам, включающие краткие теоретические конспекты лабораторной работы. Результатами моделирования являются массивы чисел, графики. Моделирование происходит в программной среде MATLAB, доступ к которой студенты могут получить посредством подключения к удалённому рабочему столу с логином и паролем, закреплённым за каждым студентом. В процессе выполнения лабораторных работ студенты консультируются с преподавателем через сервисы дистанционного общения ZOOM, Skype и т.д. Защита лабораторных работ также происходит дистанционно, а также на консультациях.

Обязательным условием допуска к дифференцированному зачёту является сдача всех лабораторных работ и коллоквиума.

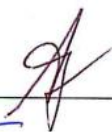
### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 76 балла), и сдача дифференцированного зачёта (24 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 «Квантовая механика» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профилю) «Автоматизация проектирования изделий 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. Горбачевич/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ПКИМС

Заведующий кафедрой ПКИМС  / С. В. Гаврилов/

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 /