

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Хагуров Т.А.  
подпись



2020г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.10 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ УСТРОЙСТВА В РАДИОФИЗИКЕ И ЭЛЕКТРОНИКЕ

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль) Радиофизические методы по областям применений

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика.

Программу составил:

И.С. Петриев, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. техн. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины «Физика» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 6 « 20 » апреля 2020 г.  
Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геофизических методов поиска и разведки протокол № 6 « 20 » апреля 2020 г.  
Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 9 « 20 » апреля 2020 г.  
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Шостак Н.А., доцент кафедры нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ, канд. техн. наук

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий КубГУ, д-р физ.-мат. наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель дисциплины**

Учебная дисциплина «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике» ставит своей целью знакомство с элементной базой молекулярной электроники, моделирование структуры молекулярных соединений различными методами, расчёт и анализ оптических свойств молекулярных систем.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- изучение элементной базой молекулярной электроники;
- изучение радиофизических методов и методов нанотехнологий, используемых в разных областях науки и промышленности, в том числе в области наноэлектромагнетизма;
- моделирование структуры молекулярных соединений различными методами, в том числе с помощью методов квантовой химии;
- применение компьютерных методов для прогнозирования функциональных свойств и физико-химических характеристик молекулярных структур, используемых в электронике;
- изучение приёмов решения исследовательских задач нанотехнологий в области материалов.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Молекулярные устройства в радиофизике и электронике» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана и изучается студентами 2 курса магистратуры в 3–м учебном семестре. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания дисциплин университетского курса «Физика», «Физические основы электроники» «Физика полупроводников», «Физика наноразмерных систем», «Электроника». Освоение дисциплины необходимо для изучения «Современных проблем радиофизических исследований».

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей общепрофессиональной компетенции:

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны  |   |   |
|--------|--------------------|---|--|---|---|
|        |                    |   | знать  | уметь   | владеть   |
| 1      | ОПК-3              | способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач                                       | фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач | выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования<br>применять принципы и методы радиофизических исследований | – приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач |
| 2      | ПК-2               | способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта | технологии и методы руководства работой малых групп исполнителей                                     | использовать технологии и методы руководства работой малых групп исполнителей   | практическими навыками организации работы малых групп исполнителей  |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед., (72 часа), и их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы   | Всего часов | «III» семестр |
|--|-------------|---------------|
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>  | <b>30</b>   | <b>30</b>     |
| В том числе:   |             |               |
| Занятия лекционного типа   | 10          | 10            |
| Лабораторные   | -           | -             |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) | 20          | 20            |
| <b>Иная контактная работа:</b>   | <b>0,2</b>  | <b>0,2</b>    |
| Промежуточная аттестация (ИКР)   | 0,2         | 0,2           |

|  |             |             |
|--|-------------|-------------|
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                    | <b>41,8</b> | <b>41,8</b> |
| В том числе:   |             |             |
| Самостоятельная работа студентов (СРС)                   | 41,8        | 41,8        |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)            | зачет       | зачет       |
| <b>Общая</b>   | <b>72</b>   | <b>72</b>   |
| <b>трудоемкость</b> в том числе <b>контактная работа</b> | <b>0,2</b>  | <b>0,2</b>  |
| <b>зач. ед.</b>  | <b>2</b>    | <b>2</b>    |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в «III» семестре:

| № раздела | Наименование разделов  | Количество часов |                   |           |          |                        |
|-----------|--|------------------|-------------------|-----------|----------|------------------------|
|           |  | Всего            | Аудиторная работа |           |          | Самостоятельная работа |
|           |  |                  | Л                 | ПЗ        | ЛР       |                        |
| 1         | Молекулярные системы как элементная база электронных устройств. Объекты молекулярной электроники и технологии их получения | 28               | 4                 | 8         | -        | 16                     |
| 2         | Механизмы передачи информации в молекулярных системах. Твердотельная наноэлектроника                                       | 22,4             | 3                 | 6         | -        | 13,4                   |
| 3         | Электроника полимеров и биологических наноструктур, а также композитных наночастиц и их кластеров                          | 22,4             | 3                 | 6         | -        | 13,4                   |
|           | <b>Итого:</b>  | <b>71,8</b>      | <b>10</b>         | <b>20</b> | <b>-</b> | <b>41,8</b>            |

## 2.3. Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела | Содержание раздела   | Форма текущего контроля |
|---|----------------------|--|-------------------------|
| 1 | 2                    | 3  | 4                       |
| 1 | Введение             | Предмет и содержание дисциплины. Связь с дисциплинами учебного плана. Современные представления в области исследования наноструктур. | Проверка конспекта.     |

|      |  |  |                                    |
|------|--|--|------------------------------------|
| 2    | Молекулярные системы как элементная база электронных устройств | Дискретные молекулярные устройства обработки и хранения информации. Построение молекулярных элементов памяти. Применение конформационных переходов.  | Вопросы по конспекту.              |
| 3    | Объекты молекулярной электроники и технологии их получения     | Проблема построения логических элементов на базе отдельных молекул и молекулярных систем. Полуэмпирические и неэмпирические методы расчёта структуры и энергии молекулярных систем.  | Групповой опрос по изучаемой теме. |
| 4    | Механизмы передачи информации в молекулярных системах          | Движение носителей заряда в молекулярных системах. Перенос энергии и заряда. Экситонный и солитонный процессы передачи энергии. Квантовый компьютеринг.  | Индивидуальный опрос.              |
| 5    | Электромагнитные характеристики углеродных наноструктур        | Углеродные нанотрубки и их механические, тепловые и электромагнитные свойства. Наноразмерные устройства на основе УНТ: диод, транзистор, холодный катод, дисплей и квантовый провод.   | Проверка конспекта.                |
| 6    | Твердотельная наноэлектроника                                  | Область пространственного заряда. Поверхностная проводимость. Экситоны большого радиуса. Возникновение особенностей на границе кластера. Слабый и сильный конфайнмент экситона. Плазменные колебания в нанокластерах металлов и полупроводников. Поверхностные волны.  | Вопросы по конспекту.              |
| 7-8  | Электроника полимеров и биологических наноструктур             | Полимерные молекулы, молекулярные кристаллы и другие наноструктуры как объекты молекулярной электроники. Перспективы использования и принципы построения устройств молекулярной электроники и фотоники на базе отдельных полимерных молекул, полимерных плёнок, слоёв, а также молекул ДНК, мембран и прочих биологических наноструктур. | Групповой опрос по изучаемой теме. |
| 9-10 | Электроника и фотоника композитных наночастиц и их кластеров   | Экситон-плазмонное взаимодействие и передача энергии в планарных наноструктурах. металл-диэлектрик. Спектры поляризуемости сферических слоистых наночастиц «кор-оболочка». Удельная поляризуемость слоистых нанопроводов.  | Индивидуальный опрос.              |

### 2.3.2 Практические занятия

| №   | Наименование раздела | Содержание раздела   | Форма текущего контроля              |
|-----|----------------------|--|--------------------------------------|
| 1   | 2                    | 3  | 4                                    |
| 1-4 | Введение             | Строение атома, волновые функции, молекулярные интегралы. Перспективы использования и принципы по- | Ответы на контрольные вопросы (КВ) / |

|       |  |  |                                      |
|-------|--|--|--------------------------------------|
|       |  | строения устройств молекулярной электроники и фотоники.  | выполнение практических заданий (ПЗ) |
| 5-6   | Молекулярные системы как элементная база электронных устройств | Оценка параметров макромолекулярных цепей биологического и синтетического происхождения для передачи сигналов на основе экситонного, солитонного и поляронного механизмов.   | КВ / ПЗ                              |
| 7-8   | Объекты молекулярной электроники и технологии их получения     | Электронные спектры. Вибронные спектры поглощения и флуоресценции.   | КВ / ПЗ                              |
| 9-10  | Механизмы передачи информации в молекулярных системах          | Оценка параметров безызлучательного переноса энергии электронного возбуждения в молекулярных системах. Индуктивно-резонансный и обменный механизмы.  | КВ / ПЗ                              |
| 11-12 | Электро-магнитные характеристики углеродных наноструктур       | Влияние метода синтеза и обработки на электро-магнитные свойства наночастиц. Волноводы и наноантенны.  | КВ / ПЗ                              |
| 13-14 | Твердотельная наноэлектроника                                  | Знакомство с полуэмпирическим комплексом программ РМЗ по расчёту геометрических параметров молекулярных систем в основном состоянии. Вычисление теплот реакций, дипольных моментов и поляризуемостей.  | КВ / ПЗ                              |
| 15-17 | Электроника полимеров и биологических наноструктур             | Основные стратегии дизайна, синтеза и оптимизации свойств биологических наноструктур. Знакомство с полуэмпирическими и неэмпирическими методами по расчёту энергий и сил осцилляторов основного и возбуждённых состояний. Анализ распределения плотностей зарядов и порядков связей. Расчёт электронной плотности $\pi$ -электронов аденина, тимина, гуанина, цитозина и урацила | КВ / ПЗ                              |
| 18-20 | Электроника и фотоника композитных наночастиц и их кластеров   | Расчёты энергетических уровней простейших молекул в -электронном приближении по методу Полинга. Экситоны большого радиуса. Переход в систему центра масс «электрондырка». Сведение к водородоподобной задаче. Учет влияния границ кластера. Случаи сильного и слабого конфайнмента.  | КВ / ПЗ                              |

### 2.3.3 Лабораторные работы

В учебном плане лабораторных занятий по данной дисциплине не предусмотрено.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану по данной дисциплине не предусмотрены курсовые работы (проекты).

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| №  | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|----|----------------------|--|
| 1  | 2                    | 3  |
| 1. | Все разделы          | Кручинин, Н. Ю. Метод функционала плотности для расчета свойств молекул и твердых тел: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.03 Радиофизика и 03.04.02 Физика / Н. Ю. Кручинин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 128 с |
| 2. |                      | Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.2 учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 608 с. [Электронный ресурс] - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/239">https://e.lanbook.com/book/239</a> .   |
| 3. |                      | Полунин В. М., Механика нано- и микродисперсных магнитных сред: учебное пособие для студентов вузов/ Полунин В. М., Стороженко А. М., Ряполов П. А., Карпова Г. В.; под ред. В. М. Полунина. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 190 с.  |
| 4. |                      | Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688с. : ил.,табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-94836-353-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443325">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=443325</a> .  |
| 5. |                      | Мишина Е. Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. / Мишина Е. Д. [и др.]. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. [Электронный ресурс] - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/94113#authors">https://e.lanbook.com/book/94113#authors</a> .   |
| 6. |                      | Металл/полупроводник содержащие нанокomпоненты: [учебное пособие] / под ред. Транхтенберга Л. И., Мельникова М. Я.. - Москва : Техносфера, 2017. - 622 с.  |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- домашние задания;
- проблемные задания;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные опросы;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения физико-химических свойств наноструктур различных типов, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- лекция-пресс-конференция;
- лекция-беседа;
- организационно-личностная игра.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: проверка конспекта, вопросы по конспекту, групповой опрос по изучаемой теме, индивидуальный опрос по изучаемой теме, ответы на контрольные вопросы, выполнение практических заданий, защита выполненной лабораторной работы.

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

###### **4.1.1 Примеры практических заданий**

1. Выясните тип гибридизации атомов углерода и делокализацию – электронов в следующих соединениях:  
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (бутан)  
 $\text{CH}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (винилацетилен)  
 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}_2$  (метилаллен)
2. Изучите и проанализируйте влияние на электрические и магнитные свойства наноразмерных пор в молекулярных устройствах.
3. Найдите энергии для бензола, этана и этилена в приближении Хюккеля. Изобразить электронные конфигурации.
4. Определите, пользуясь приближением Хюккеля, какая конфигурация (линейная или треугольная) будет наиболее стабильной для молекул  $\text{H}_3^+$ ,

НЗ• и НЗ-.

5. Приведите вековое уравнение для расчёта энергетических уровней по методу Полинга для пиримидина и имидазола.
6. Изучите и проанализируйте Молекулярные материалы для оптоэлектроники с учетом Ван-дер-Ваальсовых и других сил.

*Критерии оценки:*

- оценка **«отлично»**: студент свободно отвечает на вопросы, активно участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки;

- оценка **«хорошо»**: студент отвечает на данные выше вопросы, участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; но присутствуют непродолжительные остановки и негрубые ошибки;

- оценка **«удовлетворительно»**: студент не дает полноценного связного ответа на вопрос, но коммуникативный замысел просматривается и в целом содержание можно считать верным, у студента присутствуют некоторые трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий; студент не владеет в достаточной степени навыком филологического анализа текстов романтизма и реализма;

- оценка **«неудовлетворительно»**: студент не дает связного ответа на вопрос или высказывания поверхностны и неясны, у студента трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий.

## **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

**4.2.1 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Молекулярные устройства в электронике и радиофизике» для направления подготовки для направления подготовки 03.04.03 Радиофизика профиля «Радиофизические методы по областям применения»**

### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых технологий и материалов.
2. История появления, движущие силы и тенденции развития новых наноматериалов.
3. Физические эксперименты, подтверждающие наличие делокализованной системы электронов в ароматических соединениях
4. Внутримолекулярный перенос заряда. Межмолекулярный перенос заряда. Молекулярные сверхпроводники.

5. Сопряженные полимеры. Понятие длины сопряжения в полимерах и олигомерах.
6. Какая имеется связь между принципом Паули и пространственными формами молекул? Могли бы существовать вполне определённые пространственные формы молекул, если бы принцип Паули не выполнялся?
7. Как с помощью общих представлений о силах, действующих на ядра молекулы со стороны электронной оболочки, можно объяснить существование невалентных (неклассических) химических структур, подобных сэндвичевым и объёмным молекулам?
8. Как можно объяснить природу химической связи в молекулах фуллеренов?
9. Есть ли различие в характере химических связей в плоских циклических ароматических структурах типа бензола, нафталина и т.д., и сферических структурах, где, казалось бы, имеются те же самые кольца, но расположенные на поверхности сферы?
10. Как можно ввести понятие упругости связи, опираясь на адиабатическое приближение и исходные квантовые представления?
11. Зонная схема полиацетилена. Солитоны. Поляроны. Экспериментальные доказательства существования солитонов, поляронов и биполяронов.
12. Электропроводность сильно легированных полимеров. Полинитрид серы. Полианилин. Полидиацетилен.
13. Применения легированных полимеров. Применения, использующие электрохимическое легирование.
14. Полимерная электроника. Органические светодиоды.
15. Пьезоэлектрический эффект. Пироэлектрический эффект. Пиро- и пьезоэлектрики на основе полимеров.
16. Типы жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов в дисплеях. Дисплеи с активной матрицей. Сегнетоэлектрические дисплеи.
17. Правило Гунда. Магнетики на основе комплексов переходных металлов. Полностью органические ферромагнетики.
18. Органические материалы с нелинейными оптическими свойствами. Фоторефрактивные органические материалы. Фотохромные органические материалы.
19. Туннельные переходы.
20. Принцип максимального перекрытия как способ построения пространственных формул молекул при невыполнении принципа Паули.

**Оценка знаний на зачете производится по следующим критериям:**

Оценка знаний на зачете производится по следующим критериям:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он обладает знанием основного материала, хотя и допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении про-

граммного материала, затруднения при выполнении практических задач незначительны;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Кручинин, Н. Ю. Метод функционала плотности для расчета свойств молекул и твердых тел: учебное пособие для обучающихся по образователь-

- ным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.03 Радиофизика и 03.04.02 Физика / Н. Ю. Кручинин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 128 с.
2. Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.2 учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 608 с. [Электронный ресурс] - URL: <https://e.lanbook.com/book/239>.
  3. Полуниин В. М., Механика нано- и микродисперсных магнитных сред: учебное пособие для студентов вузов/ Полуниин В. М., Стороженко А. М., Ряполов П. А., Карпова Г. В.; под ред. В. М. Полунина. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 190 с.
  4. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю.А. Чаплыгина. - Москва : Техносфера, 2013. - 688с. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325>.
  5. Мишина Е. Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. / Мишина Е. Д. [и др.]. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. [Электронный ресурс] - URL: <https://e.lanbook.com/book/94113#authors>.
  6. Металл/полупроводник содержащие наноконпоненты: [учебное пособие] / под ред. Транхтенберга Л. И., Мельникова М. Я.. - Москва : Техносфера, 2017. - 622 с.

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Наноматериалы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. То же [Электронный ресурс]. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/94117>.
2. Получение и исследование наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / под ред. А. С. Сигова. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 146 с.
3. Квантовая радиофизика. / Учебное пособие под редакцией В.И. Чижика. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбУ, 2009. - 700с.
4. Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с
5. Сушков А.Д. Вакуумная электроника: физико-технические основы: учеб. пособие для студентов вузов / А.Д. Сушков. – СПб.: Лань, 2004.
6. Усанов Д.А. Физика работы полупроводниковых приборов в схемах СВЧ / Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль. – Саратов: Из-во ун-та, 1999.

7. Потёмкин В.В. Радиофизика: учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов / В.В. Потёмкин. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
8. Трубникова, В. Электротехника и электроника / В. Трубникова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра теоретической и общей электротехники. - Оренбург : ОГУ, 2014. - Ч. 1. Электрические цепи. - 137 с.
9. Орликов, Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие / Л.Н. Орликов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра электронных приборов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 2. – 101с.

### **5.3. Периодические издания:**

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

В мире науки.  
 Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.  
 Вопросы изобретательства.  
 Зарубежная радиоэлектроника.  
 Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.  
 Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.  
 Инженерная физика.  
 Исследования Земли из космоса.  
 Наука и жизнь.  
 Радио.  
 Радиотехника.  
 Радиотехника и электроника.  
 Технологии и средства связи.  
 Успехи современной радиоэлектроники.  
 Успехи физических наук.  
 Электроника.  
 Электроника. Реферативный журнал. ВИНТИ.  
 Электроника: наука, технология, бизнес.  
 Электросвязь.

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://window.edu.ru/> (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. [http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm) (Федеральный образователь-

- ный портал).
3. <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm> (Каталог научных ресурсов).
  4. <http://www.sci-lib.com/> (Большая научная библиотека).
  5. <http://www.en.edu.ru/catalogue/304> (Раздел «Физика» Естественно-научного образовательного портала).
  6. [http://www.ph4s.ru/books\\_tehnika.html](http://www.ph4s.ru/books_tehnika.html) (Раздел «Технические науки (Радиофизика. Радиоэлектроника. Полупроводниковая электроника и др.)» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам»).
  7. <http://www.kubsu.ru/ru/university/library/resources> (Информационные ресурсы Научной библиотеки КубГУ).
  8. <http://www.elibrary.ru> (Электронная библиотека).

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Рекомендуется сразу же после окончания лекций, практических занятий просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса.

В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекционной или практической занятии с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

**Занятия лекционного типа** являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготов-

ки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

**Занятия семинарского типа** представляют собой одну из важных форм самостоятельной работы студентов. Подготовка к практическим занятиям не может ограничиться слушанием лекций, а предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

В организации практических занятий реализуется принцип совместной деятельности, сотворчества. Семинар также является важнейшей формой усвоения знаний. В процессе подготовки к семинару закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые категории. Семинар как развивающая, активная форма учебного процесса способствует выработке самостоятельного мышления студента, формированию информационной культуры.

**Самостоятельная работа** содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой, а также знать основные критерии для написания реферата или подготовки доклада, если семинар проходит в данной форме. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;

– создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

– техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);

– программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);

– организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в онлайн или оффлайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-

ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;

- возрастает интенсивность учебного процесса;

- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;

- доступность учебных материалов в любое время;

- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

## **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation: Word, Excel, Power Point и др).
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
5. Авторские программы для ЭВМ:
  - «Рейтинг успеваемости студентов» (свидетельство о государственной регистрации № 2010616870);
  - «Помощник экзаменатора» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615221);
  - «Выбираем вопрос» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615236).

### 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
3. Электронный каталог ([212.192.128.113/marcweb/index.asp](http://212.192.128.113/marcweb/index.asp))
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (<http://e.lanbook.com>)
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
6. Электронная библиотечная система «ibooks.ru» – коллекция для высшего профессионального образования (<http://ibooks.ru>)
7. Электронная библиотечная система «Znaniium.com» – по заявкам преподавателей КубГУ доступны полные тексты коллекции (<http://znaniium.com>)
8. Полнотекстовые образовательные и научные базы данных: перечень, описание и условия доступа ([www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php](http://www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php))

### 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| №  | Вид работ            | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                  |
|----|----------------------|---|
| 1. | Лекционные занятия   | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран) (ауд. 317С) |
| 2. | Практические занятия | Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской,     |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | а также презентационной техникой (проектор, экран) (ауд. 317С)  |
| 3. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской (ауд. 317С)  |
| 4. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд. 208С) |