

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДЕНО  
Ученым советом ФГБОУ ВО «ВГУ»  
от 31.08.2019 г. протокол № 7

**Основная адаптированная образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки  
**03.03.03 Радиофизика**

Профиль подготовки  
**Микроэлектроника и полупроводниковые приборы**

Вид программы  
**Академический бакалавриат**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения - **очная**

Год начала подготовки: 2019

Воронеж 2019

**Утверждение изменений в АОП для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году**

АОП пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году на заседании Ученого совета университета \_\_.\_\_.20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_

Заместитель председателя Ученого совета ФГБОУ ВО «ВГУ»

\_\_\_\_\_ Е.Е. Чупандина

\_\_.\_\_.20\_\_ г.

**Утверждение изменений в АОП для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году**

АОП пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году на заседании Ученого совета университета \_\_.\_\_.20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_

Заместитель председателя Ученого совета ФГБОУ ВО «ВГУ»

\_\_\_\_\_ Е.Е. Чупандина

\_\_.\_\_.20\_\_ г.

**Утверждение изменений в АОП для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году**

АОП пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году на заседании ученого совета университета \_\_.\_\_.20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_

Заместитель председателя Ученого совета ФГБОУ ВО «ВГУ»

\_\_\_\_\_ Е.Е. Чупандина

\_\_.\_\_.20\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1. Общие положения   | 4  |
| 1.1. Основная адаптированная образовательная программа бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» | 4  |
| 1.2. Нормативные документы для разработки АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»  | 4  |
| 1.3. Общая характеристика основной образовательной программы высшего образования   | 5  |
| 1.4. Требования к абитуриенту  | 5  |
| 2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»   | 6  |
| 2.1. Область профессиональной деятельности выпускника  | 6  |
| 2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника  | 6  |
| 2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника   | 6  |
| 2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника   | 6  |
| 3. Планируемые результаты освоения АОП   | 7  |
| 4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»                                       | 9  |
| 4.1. Календарный учебный график.   | 9  |
| 4.2. Учебный план  | 9  |
| 4.3. Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей)  | 9  |
| 4.4. Аннотации программ учебной и производственной практик.  | 9  |
| 5. Фактическое ресурсное обеспечение АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»   | 10 |
| 6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников.   | 13 |
| 7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»   | 14 |
| 7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация  | 14 |
| 7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников АОП бакалавриата  | 14 |
| 8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся  | 16 |

## 1 Общие положения

### 1.1. Основная адаптированная образовательная программа академического бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВО «ВГУ» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» Квалификация, присваиваемая выпускникам – бакалавр

В соответствии с п. 28 ст. 2 Федерального закона от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», адаптированная образовательная программа – образовательная программа, адаптированная для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и при необходимости обеспечивающая коррекцию нарушений развития и социальную адаптацию указанных лиц.

Данная АОП ВО представляет собой комплекс основных характеристик, включая учебно-методическую документацию (формы, срок обучения, задачи профессиональной деятельности, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы дисциплин (модулей)/практик с оценочными материалами, программу государственной итоговой аттестации, иные методические материалы), определяющую объемы и содержание образования данного уровня, планируемые результаты освоения, условия осуществления образовательной деятельности (материально-техническое, учебно-методическое, кадровое и финансовое обеспечение).

Обучение по АОП ВО осуществляется с использованием образовательных технологий и методов обучения с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья лиц с ограниченными возможностями здоровья, в доступных для них формах, а также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации или абилитации инвалида (далее - ИПРА)(при наличии).

Адаптированная образовательная программа, реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» по профилю «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы», представляет собой систему документов, разработанную с учетом требований рынка труда, на основе Федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО).

АОП ВО регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и профилю и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственных практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Основными пользователями АОП являются: руководство, профессорско-преподавательский состав и студенты ВГУ; государственные аттестационные и экзаменационные комиссии; объединения специалистов и работодателей в соответствующей сфере профессиональной деятельности; уполномоченные государственные органы исполнительной власти, осуществляющие аккредитацию и контроль качества в системе высшего образования.

### 1.2. Нормативные документы для разработки АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»

Нормативную правовую базу разработки АОП академического бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» по профилю «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» составляют:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012, № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с последующими изменениями и дополнениями);

- Федеральный закон от 24.11.1995 № 181 – ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утв. Минобрнауки России 08.04.2014 №АК-44/05вн);
- Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», утвержденный приказ Минобрнауки России от 04.09.2015 №977;
- Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015, №225;
- Приказ Минобрнауки России от 19.12.2013 №1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Положение о порядке разработки и реализации адаптированных образовательных программ высшего образования в Воронежском государственном университете.

Подготовка ведётся в соответствии:

- лицензией Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 10.11.2015 № 3451-06 серии 90Л01 №0008772, рег. №1841, срок действия - бессрочно;
- решениями Ученого совета университета.

Кроме того, локальными актами по организации учебного процесса являются:

- учебный план подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика» профиля «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы», утверждённый Учёным советом физического факультета, протокол №3 от 25.04.2019;
- стандарт ВГУ Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры. Общие требования к содержанию и порядок проведения.

### **1.3. Общая характеристика основной адаптированной образовательной программы высшего образования**

#### **1.3.1. Цель реализации АОП**

АОП ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» имеет своей целью развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование общекультурных универсальных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению подготовки.

В области воспитания целью АОП по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» является формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности за конечный результат своей профессиональной деятельности, гражданственности, умению работать в коллективе, коммуникабельности, толерантности, повышение их общей культуры.

В области обучения целью АОП ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» является получение фундаментальных знаний по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов, а также углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и востребованности на

рынке труда, обеспечивающими возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области электроники и микроэлектроники.

### **1.3.2. Срок освоения АОП**

Срок освоения АОП ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» - 4 года. Форма обучения – очная.

При обучении по индивидуальному плану лиц с ограниченными возможностями здоровья срок освоения может быть увеличен по их желанию не более чем на 1 год по сравнению со сроком получения образования для соответствующей формы обучения.

### **1.3.3. Трудоемкость АОП**

Трудоемкость освоения студентом данной АОП ВО за весь период обучения в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению составляет 240 зачетных единиц и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы студента, практики и время, отводимое на контроль качества освоения студентом АОП ВО.

Минимальный объем контактной работы – 3914 часа.

## **1.4. Требования к абитуриенту**

Для освоения АОП ВО подготовки бакалавра абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании или среднем профессиональном образовании.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»**

### **2.1. Область профессиональной деятельности выпускника**

В соответствии с ФГОС ВО подготовки по данному направлению 03.03.03 «Радиофизика» областью профессиональной деятельности бакалавра является решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области радиофизики - самостоятельной области знаний, охватывающей изучение и применение электромагнитных колебаний и волн, а также распространение развитых при этом методов в других науках (электроника, оптика, акустика, информационные технологии и вычислительная техника); специализацию на телекоммуникациях, связи, передаче, приеме и обработке информации; применение профессиональных качеств в общеобразовательных, профессиональных образовательных и высших образовательных организациях.

Выпускник направления 03.03.03 «Радиофизика» по профилю «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» может осуществлять профессиональную деятельность на промышленных предприятиях различных форм собственности и в научно-исследовательских организациях, занимающихся исследованием, производством и эксплуатацией материалов и изделий электронной техники.

### **2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника**

Объектами профессиональной деятельности выпускника по профилю «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки являются все виды наблюдающихся в природе физических явлений и объектов, обладающих волновой или колебательной природой, а также методы, алгоритмы, приборы и устройства, относящиеся к области профессиональной деятельности.

### **2.3. Виды профессиональной деятельности выпускника**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению 03.03.03 «Радиофизика» выпускник подготовлен по профилю «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» к основному виду профессиональной деятельности - научно-исследовательской.

### **2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Бакалавр по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» профиля «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности и бакалаврской программой:

*научно-исследовательская деятельность:*

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;
- участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;
- подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.

### 3. Планируемые результаты освоения АОП

Результаты освоения АОП ВО определяются приобретаемыми бакалавром компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения, и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

В результате освоения данной АОП ВО бакалавр должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

| <b>Коды</b> | <b>Содержание общекультурных компетенций (ОК)</b>   |
|-------------|---|
| ОК-1        | способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции  |
| ОК-2        | способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции                           |
| ОК-3        | способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности  |
| ОК-4        | способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности   |
| ОК-5        | способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия |
| ОК-6        | способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия                                 |
| ОК-7        | способностью к самоорганизации и самообразованию  |
| ОК-8        | способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности                    |
| ОК-9        | способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций  |

В результате освоения данной АОП ВО бакалавр должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

| <b>Коды</b> | <b>Содержание общекультурных компетенций (ОПК)</b>  |
|-------------|---|
| ОПК-1       | способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности   |
| ОПК-2       | способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии   |
| ОПК-3       | способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности         |
| ОПК-4       | способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны |

В результате освоения данной АОП ВО бакалавр должен обладать следующими профессиональными компетенциями по видам деятельности:



| <b>Коды</b> | <b>Содержание профессиональных компетенций (ПК)</b>   |
|-------------|---|
|             | <b>В области научно-исследовательской деятельности:</b>   |
| ПК-1        | способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования |
| ПК-2        | способностью использовать основные методы радиофизических измерений   |
| ПК-3        | владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий                                     |

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций данной АОП по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» разработана матрица соответствия компетенций и составных частей АОП (Приложение 1).

#### **4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»**

В соответствии с п.39 Типового положения о вузе и ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» содержание и организация образовательного процесса при реализации данной АОП ВО регламентируется учебным планом с учетом его профиля; рабочими программами учебных курсов, предметов, дисциплин; материалами, обеспечивающими качество подготовки и воспитания обучающихся; программами учебных и производственных практик; годовым календарным учебным графиком, а также методическими материалами, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий.

##### **4.1. Годовой календарный учебный график**

Последовательность реализации АОП ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» (профиль «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы») по годам (включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и итоговую аттестации, каникулы) (Приложение 2) отражается в базовом и рабочем учебных планах.

##### **4.2. Учебный план**

Учебный план прилагается (Приложение 3).

##### **4.3. Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин**

Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин прилагается (Приложение 4).

Рабочие программы выставлены в интрасети ВГУ. Каждая рабочая программа обязательно содержит оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

##### **4.4. Аннотации программ учебной и производственной практик**

При реализации данной АОП ВО предусматриваются следующие виды практик, аннотации которых даны в приложении 5:

- учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности: проводится на 2 курсе в 4 семестре; общая продолжительность – 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы);

- производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности: проводится после 3 курса; продолжительность практики 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы);

- производственная практика, преддипломная: проводится в последнем 8 семестре на выпускном 4 курсе; продолжительность практики – 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

## **5. Фактическое ресурсное обеспечение АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»**

Ресурсное обеспечение данной АОП ВО формируется на основе требований к условиям реализации АОП ВО, определяемых ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», с учетом рекомендаций соответствующей АОП ВО.

Образовательная технология включает в себя конкретное представление планируемых результатов обучения, форму обучения, порядок взаимодействия студента и преподавателя, методики и средства обучения, систему диагностики текущего состояния учебного процесса и степени обученности студента.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Учебный процесс предусматривает встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Лекционные занятия составляют 40% от общего объема аудиторных занятий, отведённых на реализацию блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплины (модули) по выбору составляют 32,5% (не менее 30%) от объёма часов вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

При разработке образовательной программы для каждого модуля (учебной дисциплины) предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов обучения. При интерактивном обучении реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Основная цель применения методов активизации образовательной деятельности – обеспечить системный подход к процессу отбора, структурирования и представления учебного материала, стимулировать мотивацию студентов к его усвоению и пониманию, развить у обучаемых творческие способности и умение работать в коллективе, сформировать чувство личной причастности к коллективной работе и ответственности за результаты своего труда.

На занятиях используются следующие современные образовательные технологии: проблемное обучение, информационные технологии, междисциплинарное обучение и др.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы;
- междисциплинарные проекты.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Учебно-методическое обеспечение АОП направления 03.03.03 «Радиофизика» подготовки бакалавров в полном объеме содержится в рабочих программах дисциплин, фонде оценочных средств, программах практик и итоговой аттестации.

Библиотечно-информационное обеспечение (Приложение 6) позволяет реализовать необходимый уровень и объем образования, включая и самостоятельную работу обучающихся.

При использовании электронных изданий (Приложение 6) вуз обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

ВУЗ располагает материально-технической базой и необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения для проведения всех видов дисциплинарной и

междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза, и действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам (Приложение 7).

Минимально необходимый для реализации АОП бакалавриата перечень материально-технического обеспечения включает в себя: измерительные, диагностические, технологические комплексы, оборудование и установки, а также персональные компьютеры и рабочие станции, объединенные в локальные сети с выходом в Интернет, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области микроэлектроники.

Физический факультет располагает достаточной материально-технической базой для проведения всех видов лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работы студентов-бакалавров, предусмотренных учебным планом.

Для проведения лабораторных занятий на физическом факультете имеется современное технологическое оборудование: вакуумные технологические установки для магнетронного и термического нанесения металлических и диэлектрических пленок; электропечь ПТК-1,4-40 с контролируемой атмосферой и автоматизированным управлением для получения оксидов с заданными стехиометрией и свойствами; рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500; растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6380LV с микроанализатором Oxford Instruments для диагностирования морфологии оксидных и металлических нанослоев, составляющих мемристорную структуру; просвечивающий электронный микроскоп ЭМВ-100БР для диагностирования степени совершенства структуры, субструктуры оксидных и металлических нанослоев; рентгеновский дифрактометр ДРОН-4 -01 для определения фазового состава оксидных и металлических нанослоев, составляющих мемристорную структуру; спектрофотометр СФ-56 на основе монохроматора МДР-3; установка для исследования фотолюминесценции оксидных нанослоев; многоканальный цифровой осциллограф-регистратор АСК-4106 с расширенным программным обеспечением, прецизионный LCR измеритель НЮКИ- 3522-50; измеритель импеданса Solartron1260 с диэлектрическим интерфейсом Solartron1296 для исследования электрофизических характеристик образцов и природы мемристорных эффектов.

На кафедре физики полупроводников и микроэлектроники занятия обеспечены следующим аудиторно-лабораторным оборудованием:

- мультимедийный кабинет: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E;
- лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.);
- лаборатория СВЧ- и МДП-приборов: измерители характеристик полупроводниковых приборов Л2-56 (3 шт.), измерители RLC E7-12 (2 шт.), осциллографы С1-68 (3 шт.), источники питания 13PP30-30 (2 шт.), генераторы импульсов Г5-54 (2 шт.);
- лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.);
- учебная лаборатория технологии полупроводниковых материалов и приборов: пост вакуумный универсальный ВУП-4, установка вакуумного многослойного напыления УВН-2М-1;
- учебная лаборатория неразрушающих методов контроля: макет установки эллипсометрии;
- лаборатория плазменной технологии: автомат индивидуальной плазмохимической обработки "Плазма-125М";
- лаборатория микро- и нанодизайна в электронике: компьютеры Pentium Dual Core (3 шт.).

Для проведения численных расчетов зонных спектров и электронного строения имеются программные пакеты Wien2k и Gaussian 7, а также база данных PC-PDF и рабочая программа для определения фазового состава по данным рентгеновской дифракции.

Практические и лабораторные занятия по курсам проектирования технологии и топологии приборов микро- и наноэлектроники проводятся с использованием современных средств приборно-технологического и схмотехнического проектирования TCAD Sentaurus, Cadence, Microwave, LabView.

В лекционных и семинарских аудиториях установлены мультимедийные проекторы и компьютеры для презентаций с доступом в Интернет.

Практические занятия и научно-исследовательская работа обучающихся проводятся и в лабораториях Центра коллективного пользования, в которых студентам предоставляется возможность работы на современном оборудовании для исследования объектов микроэлектроники и полупроводниковых приборов.

Университет располагает специальными условиями для получения образования по АОП, включающие в себя использование специальных методов обучения и воспитания, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение АОП,

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья, а также техническими средствами передачи информации из имеющихся неадаптированных ресурсов.

В целях доступности получения высшего образования по АОП лицам с ограниченными возможностями здоровья Университетом обеспечивается:

для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети «Интернет» для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) или продублирована шрифтом Брайля);

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной;

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия обеспечивают возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Материально-техническая база, имеющаяся на факультете, обеспечивает проведение учебного процесса в полном объеме. Факультет располагает двумя поточными лекционными аудиториями, оснащенными мультимедийными проекторами и компьютерами для презентаций с доступом в Интернет, аудиториями для проведения семинарских и лекционных для группы 15-20 человек, 7 лабораториями, оснащенными современной

вычислительной техникой на каждого студента (10-15 человек) и имеющими условия для проведения семинаров с использованием проекционного оборудования. Учебные аудитории отвечают санитарно-гигиеническим нормам.

Кадровое обеспечение образовательного процесса приведено в приложении (Приложение 8).

## 6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников

В Университете созданы условия для активной жизнедеятельности обучающихся, для гражданского самореализации и самореализации, для максимального удовлетворения потребностей обучающихся в интеллектуальном, духовном, культурном и нравственном развитии.

В Университете сформирована система социальной и воспитательной работы. Функционируют следующие структурные подразделения:

- Отдел по социальной работе (ОпСР);
- Отдел по воспитательной работе (ОпВР);
- Штаб студенческих трудовых отрядов;
- Центр молодежных инициатив;
- Спортивный клуб (в составе ОпВР);
- Концертный зал ВГУ (в составе ОпВР);
- Оздоровительно-спортивный комплекс (в составе ОпВР).

Системная работа ведется в активном взаимодействии с

- Профсоюзной организацией студентов;
- Объединенным советом обучающихся, в который входят следующие студенческие организации:
  - 1) Уполномоченный по правам студентов ВГУ;
  - 2) Студенческий совет ВГУ;
  - 3) Молодежное движение доноров Воронежа «Качели»;
  - 4) Клуб Волонтеров ВГУ;
  - 5) Клуб интеллектуальных игр ВГУ;
  - 6) Юридическая клиника ВГУ и АЮР;
  - 7) Creative Science, проект «Занимательная наука»;
  - 8) Штаб студенческих отрядов ВГУ;
  - 9) Всероссийский Студенческий Турнир Трёх Наук;
  - 10) Редакция студенческой газеты ВГУ «Воронежский УниверCity»;
  - 11) Пресс-служба ОСО ВГУ «Uknow»;
  - 12) Туристический клуб ВГУ «Белая гора»;
  - 13) Спортивный клуб ВГУ «Хищные бобры»;
  - 14) Система кураторов для иностранных студентов Buddy Club VSU;
- Студенческим советом студгородка;
- Музеями ВГУ;
- Управлением по молодежной политике Администрации Воронежской области;
- Молодежным правительством Воронежской области;
- Молодежным парламентом Воронежской области.

В составе Молодежного правительства и Молодежного парламента 60% - это студенты Университета.

В Университете 9 общежитий.

Работают 30 спортивных секций по 34 видам спорта.

Студентам предоставлена возможность летнего отдыха в спортивно-оздоровительном комплексе «Веневитиново», Лазаревское / Роза Хутор, Крым (пос. Береговое).

Организируются экскурсионные поездки по городам России, бесплатное посещение театров, музеев, выставок, ледовых катков, спортивных матчей, бассейнов.

Работает Отдел развития карьеры и бизнес-партнерства.

В Университете реализуются социальные программы для студентов, в том числе выделение материальной помощи малообеспеченным и нуждающимся, социальная поддержка отдельных категорий обучающихся.

С целью создания условий по обеспечению инклюзивного обучения инвалидов и студентов с ОВЗ в Университете функционирует Центр инклюзивного образования. Задачи Центра: сопровождение инклюзивного обучения студентов-инвалидов и студентов с ОВЗ; развитие информационно-технологической базы инклюзивного обучения; социокультурная реабилитация.



## **7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися АОП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»**

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» оценка качества освоения обучающимися АОП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

### **7.1. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация**

Порядок организации и проведения текущего контроля знаний, умений и навыков обучающихся по учебным дисциплинам, практикам и НИР регламентируется Положением ВГУ О проведении текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Порядок организации и проведения промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся по учебным дисциплинам, практикам и НИР регламентируется Положением ВГУ О проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования.

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья текущий контроль и промежуточная аттестация проводятся с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Порядок организации и проведения промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся по учебным дисциплинам, практикам и НИР регламентируется Положением О проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы соответствующие фонды оценочных средств, разработанные на основе Положения ВГУ О формировании фонда оценочных средств для аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Эти фонды включают: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных и контрольных работ, коллоквиумов, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы; примерную тематику курсовых работ/проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся.

### **7.2. Государственная итоговая аттестация выпускников АОП бакалавриата**

Итоговая аттестация выпускника высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме на основе:

- Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации;

- требований ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки;

- требований к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ: Стандарт ВГУ Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация. Структура и содержание государственных аттестационных испытаний по направлению подготовки 03.03.03 – Радиофизика. Бакалавриат;

- рекомендаций АОП ВО по соответствующему направлению подготовки к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ.

В итоговую аттестацию входит защита выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы). Бакалаврские работы выполняются по темам, утвержденным Ученым советом факультета.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе бакалаврской подготовки «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы», которую он освоил за время обучения.

При организации работы над бакалаврской работой кафедра после завершения теоретического обучения в 7-м семестре проводит работу по выбору и утверждению тем бакалаврских работ. Темы всех бакалаврских работ соответствуют тематике работы кафедры.

Тематика выпускных квалификационных работ направлена на решение профессиональных задач:

математическое и компьютерное моделирование материалов, компонентов, электронных приборов и устройств твердотельной микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения;

анализ и разработка методов теоретического и экспериментального исследования конструкции и технологии компонентной базы современной электроники;

приборно-технологическое проектирование изделий СВЧ-электроники.

Непосредственное руководство бакалаврскими выпускными квалификационными работами осуществляется руководителями, имеющими ученую степень.

Требования, обусловленные специализированной подготовкой бакалавра, включают:

*владение:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- методами исследования, проектирования и применения компонентов интегральной электроники;
- методами и средствами компьютерного моделирования физических процессов и явлений в объектах микро- и нанoeлектроники;

*умение:*

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и производственной деятельности, и требующие углубленных профессиональных знаний;
- выбирать необходимые методы исследования, расчета и конструирования компонентов интегральной электроники, исходя из конкретных задач;
- обобщать и отрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом литературных данных;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, обзоров, докладов, рефератов и статей, оформленных в соответствии с общепринятыми нормами, с привлечением современных средств редактирования и печати;
- использовать математический аппарат и численные методы, физические и математические физико-химические модели процессов и явлений, лежащих в основе интегральной электроники и нанoeлектроники;
- ориентироваться в номенклатуре современных интегральных схем, типовых технологических и контрольно-измерительных процессов;
- применять типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и производственных задач интегральной электроники и нанoeлектроники;
- использовать новые физические явления и физико-химические процессы для создания перспективных материалов, приборов, устройств интегральной электроники и нанoeлектроники;

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

Для обучающихся из числа инвалидов ГИА проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

При проведении ГИА обеспечивается соблюдение следующих требований:

- проведение ГИА для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении ГИА;

- присутствие в аудитории ассистента, оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, прочесть и оформить задание, передвигаться, общаться с членами комиссии);

- использование необходимых технических средств с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, подъемников, др. приспособлений).

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

а) для слепых:

задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

Обучающийся инвалид не позднее, чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием его индивидуальных особенностей. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности (для каждого государственного аттестационного испытания).

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполняется с целью определения уровня подготовленности выпускника к определенным видам профессиональной деятельности.

Темы ВКР утверждаются Ученым советом факультета по представлению заведующего кафедрой. Студент может выполнить ВКР по предложенному в программе перечню тем. Данный перечень носит примерный характер, что позволяет студенту, по согласованию с научным руководителем, самостоятельно сформулировать тему научного исследования.

Общий объем бакалаврской работы составляет 40 - 50 страниц (без учета приложения).

Готовность ВКР к защите определяется решением заседания кафедры не позднее, чем за 2 недели до установленной даты защиты. Работа считается готовой при наличии на титульном листе подписей обучающегося и руководителя и подписи заведующего кафедрой.

Защита бакалаврской работы проводится в июне на заседании Государственной экзаменационной комиссии. Процедура защиты бакалаврской работы предусматривает:

- представление председателем ГЭК защищающегося, оглашение темы работы;
- доклад выпускника по результатам работы, включающий обоснование актуальности избранной темы, изложение целей, задач, основных тезисов и положений бакалаврской работы, а также выводов, сделанных в ходе исследования, - (7-10 минут);
- вопросы членов ГЭК и ответы выпускника;
- выступление (зачитывание отзыва) научного руководителя;
- дискуссия по бакалаврской работе;
- заключительное слово выпускника (1-2 минуты).

При оценке бакалаврской работы учитывается, что она должна:

- по содержанию соответствовать ее теме, отвечать требованиям актуальности и новизны, включать исследование современных научных и общетеоретических проблем, а также актуальных проблем электроники и нанoeлектроники;
- содержать полное и тщательное обоснование решения, а также анализ изучаемой проблемы;
- включать использование необходимого количества литературных источников, в том числе учебные, учебно-методические и монографические издания, материалы периодической печати, актуальные статистические данные, позволяющие всесторонне осветить избранную тематику;
- отвечать требованиям логичного, четкого и последовательного изложения материала, доказательности и достоверности полученных результатов;

- носить творческий характер, отражать умение обучающегося использовать рациональную взаимосвязанную систему современных методов и приемов исследования при поиске, отборе, обработке и систематизации информации, работать с нормативными документами;

- носить практическую направленность в соответствии с выбранным профилем подготовки бакалавра по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»;

- быть правильно оформленной (четкая структура, аккуратность исполнения, стилистическая грамотность, правильное оформление библиографических ссылок, списка литературы).

Выступление на защите должно представлять ясное, четкое изложение содержания и выводов по работе, отсутствие противоречивой информации, демонстрацию знания своей работы и умение отвечать на вопросы.

Защита ВКР проходит на открытом заседании ГЭК с участием не менее двух третей ее состава и председателя ГЭК. По окончании защиты всех бакалаврских работ, запланированных на данное заседание, ГЭК проводит закрытое совещание, на котором выставляются оценки *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»* и *«неудовлетворительно»*.

Результаты защиты ВКР объявляются выпускникам в тот же день после оформления протоколов заседания ГЭК в установленном порядке и вносятся в зачетные книжки и ведомости. Оценка *«неудовлетворительно»* вносится только в ведомость.

## 8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся

При реализации АОП «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» осуществляется рецензирование содержания АОП на основе учёта и анализа мнений выпускников и работодателей организаций-партнёров: АО «НИИЭТ», АО «ВЗПП-сборка», АО «КТЦ «Электроника»», АО «Миландр» и других предприятий.

Координация разработки и функционирования системы менеджмента качества и независимой оценки качества образования в ВГУ осуществляется Советом по качеству, деятельность которого регламентируется Положением ВГУ о совете по качеству Воронежского государственного университета, утверждённого решением Учёного Совета ВГУ. Совет по качеству координирует деятельность учебных подразделений Университета в области качества образования и её независимой оценки.

Определение результатов обучения осуществляется в процессе аттестации выпускников путем экспертного оценивания, опроса выпускников и работодателей на основе документированной процедуры Положение о независимой оценке качества образования в Воронежском государственном университете, которое регламентирует участие в осуществлении оценочной деятельности обучающихся, выпускников, работодателей и/или их объединений и уполномоченных органов, представителей профессиональных сообществ, научно-педагогических работников и иных заинтересованных лиц в качестве экспертов.

Корректировка целей адаптированной образовательной программы осуществляется с целью обеспечения конкурентоспособности и востребованности выпускников на рынке труда, и определяющими здесь являются:

- задачи стратегического развития страны;
- учет приоритетных направлений в науке и технике;
- требования работодателей как стратегических партнеров;
- изменение миссии университета.

На основе данного Положения осуществляется изучение потребностей всех заинтересованных сторон, и оно регламентирует участие в осуществлении оценочной деятельности обучающихся, выпускников, работодателей и/или их объединений и уполномоченных органов, представителей профессиональных сообществ, научно-педагогических работников и иных заинтересованных лиц в качестве экспертов. В данном Положении представлены разработанные анкеты обучающихся и выпускников, целью которых является изучение мнения о получаемом ими образовании, работодателей по изучению их мнения о профессиональной компетентности выпускников.

Внутренний мониторинг и экспертиза качества образования ФГБОУ ВО «ВГУ» основывается на положениях документированной процедуры ДП ВГУ Документированная процедура Воронежского государственного университета. Система менеджмента качества. Выявление удовлетворенности потребителей и заинтересованных сторон, которая регламентирует процесс оценки степени удовлетворенности потребителей и других заинтересованных лиц качеством образовательных услуг, предоставляемых Воронежским государственным университетом, и определяет порядок проведения анкетирования обучающихся, научно-педагогических работников, учебно-вспомогательного персонала и других работников Университета, а также абитуриентов, выпускников, работодателей и заинтересованных сторон.

Внутренняя независимая оценка качества работы педагогических работников проводится в соответствии с Положением об организации и проведении аттестации работников Воронежского государственного университета. Материалы аттестации передаются в деканат факультета, реализующего АОП, для передачи куратору АОП с целью анализа и разработки корректирующих мероприятий.

Ежегодно проводится самообследование по согласованным критериям в виде внутреннего аудита в рамках СМК ВГУ.

Разработчики АОП:

Декан факультета



/А.М. Бобрешов/

Зав. кафедрой ФППиМЭ



/Е.Н. Бормонтов/

Куратор направления 03.03.03

/Ю.Э.Корчагин/

Программа рекомендована Ученым советом физического факультета от 25.04.2019  
протокол № 3.

## Приложение 1

**МАТРИЦА**  
соответствия компетенций и составных частей АОП и оценочных средств

|  |                              | Общекультурные компетенции  |   |  |   |   |   |  |  |  | Формы оценочных средств* |                          |
|--|------------------------------|---|---|--|---|---|---|--|--|--|--------------------------|--------------------------|
| Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом |                              | ОК-1: способностью использовать основы фило-софских знаний для формирования мировоззренческой позиции | ОК-2: способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции | ОК-3: способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности | ОК-4: способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности | ОК-5: способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия | ОК-6: способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия | ОК-7: способностью к самоорганизации и самообразованию | ОК-8: способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности | ОК-9: способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций | Текущая аттестация       | Промежуточная аттестация |
| Блок 1   | Базовая часть                |   |   |  |   |   |   |  |  |  |                          |                          |
|  | История                      |   | +   |  |   |   | +   | +  |  |  | Практические задания     | Экзамен                  |
|  | Русский язык и культура речи |   |   |  |   | +   | +   |  |  |  | Практические задания     | Зачет                    |
|  | Экономика                    |   |   | +  |   |   |   | +  |  |  | Практические задания     | Экзамен                  |
|  | Правоведение                 |   |   |  | +   |   |   | +  |  |  | Практические задания     | Зачет                    |
|  | Философия                    | +   |   |  |   |   |   | +  |  |  | Практические задания     | Экзамен                  |



|  |  |  |  |  |  |   |   |   |  |  |  |                 |
|--|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|--|-----------------|
|  | Иностранный язык                                 |  |  |  |  | + | + | + |  |  | Практические задания                     | Экзамен, зачет  |
|  | <b>Общая физика</b>                              |  |  |  |  |   |   |   |  |  |  |                 |
|  | Механика   |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Молекулярная физика                              |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Электричество и магнетизм                        |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Колебания и волны, оптика                        |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Общий физический практикум                       |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | <b>Атомная и ядерная физика</b>                  |  |  |  |  |   |   |   |  |  |  |                 |
|  | Атомная физика                                   |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | Ядерная физика                                   |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | Математика                                       |  |  |  |  |   |   |   |  |  |  |                 |
|  | Математический анализ                            |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольные работы | Экзамен         |
|  | Аналитическая геометрия                          |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Линейная алгебра                                 |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Дифференциальные уравнения                       |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания, контрольная работа | Зачет с оценкой |
|  | Векторный и тензорный анализ                     |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания                     | Зачет           |
|  | Теория вероятностей и математическая статистика  |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания                     | Экзамен         |
|  | Теория функций комплексного переменного          |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания                     | Экзамен         |
|  | Интегральные уравнения и вариационное исчисление |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Практические задания                     | Зачет           |
|  | Модуль "Информатика"                             |  |  |  |  |   |   |   |  |  |  |                 |
|  | Информатика                                      |  |  |  |  |   |   |   |  |  | Лабораторные работы                      | Зачет           |

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                 |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|
| Алгоритмы и языки программирования              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы                                      | Зачет           |
| Теоретическая физика                            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                 |
| Теоретическая механика                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания, контрольная работа                 | Зачет с оценкой |
| Электродинамика                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
| Квантовая механика                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
| Термодинамика и статистическая физика           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
| Физика колебательных и волновых процессов       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                 |
| Теория колебаний                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
| Распространение электромагнитных волн           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы, контрольная работа                  | Зачет           |
| Статистическая радиофизика                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы, контрольная работа                  | Экзамен         |
| Физика волновых процессов                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы, курсовая работа                     | Экзамен         |
| Электроника                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                 |
| Радиоэлектроника                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
| Физическая электроника                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы, контрольная работа, курсовая работа | Экзамен         |
| Цифровая обработка сигналов                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
| Квантовая радиофизика                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
| Основы научных исследований в радиофизике       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы                                      | Зачет           |
| Теоретические основы радиотехники               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы, курсовая работа                     | Экзамен         |
| Методы математической физики                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
| Численные методы и математическое моделирование |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Лабораторные работы, контрольная работа                  | Экзамен         |

|        |  |  |  |  |  |  |   |  |   |   |                                      |                 |
|--------|--|--|--|--|--|--|---|--|---|---|--------------------------------------|-----------------|
|        | Безопасность жизнедеятельности   |  |  |  |  |  |   |  |   | + | Практические занятия                 | Зачет           |
|        | Физическая культура и спорт  |  |  |  |  |  |   |  |   | + | Сдача нормативов                     | Зачет           |
|        | Астрофизика  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Атомный спектральный анализ  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
| Блок 1 | Вариативная часть  |  |  |  |  |  |   |  |   |   |                                      |                 |
|        | Основы теории микроэлектронных схем  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы, курсовая работа | Экзамен         |
|        | Спецпрактикум  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Элементная база и проектирование интегральных схем                             |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных                    |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет с оценкой |
|        | Физические основы нанoeлектроники  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Опрос                                | Зачет           |
|        | Микросхемотехника  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет с оценкой |
|        | Компьютерное моделирование в микроэлектронике                                  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Элективные дисциплины по физической культуре и спорту                          |  |  |  |  |  |   |  |   | + | Сдача нормативов                     | Зачет           |
|        | Программирование микроконтроллеров   |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|        | Нейронные сети   |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|        | Тренинг общения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья         |  |  |  |  |  | + |  | + | + | Практические задания                 | Зачет           |
|        | Физика полупроводников   |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Физика полупроводниковых приборов  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Тренинг учебного взаимодействия для лиц с ограниченными возможностями здоровья |  |  |  |  |  | + |  | + | + | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|        | Языки проектирования аппаратуры  |  |  |  |  |  |   |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |

|        |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |       |
|--------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------------|-------|
|        | Физические основы микроэлектроники  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Введение в Scilab   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Принципы и устройства сверхплотной записи информации  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Технологические процессы сборки и герметизации изделий твердотельной электроники  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Введение в программирование на языке C  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Физика МДП-систем   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Радиофизические методы  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Практические задания | Зачет |
|        | Технологии управления цифровыми правами   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Опрос                | Зачет |
|        | Технические средства защиты интеллектуальной собственности  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Опрос                | Зачет |
|        | Основы криптографии   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Опрос                | Зачет |
| Блок 2 | Вариативная часть   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                      |       |
|        | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Отчет по практике    | Зачет |
|        | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Отчет по практике    | Зачет |
|        | Производственная практика, преддипломная  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Отчет по практике    | Зачет |

|  |                              | Общепрофессиональные компетенции   |  |   |   | Формы оценочных средств* |                          |
|--|------------------------------|--|--|---|---|--------------------------|--------------------------|
| Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом |                              | ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности | ОПК-2: способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии | ОПК-3: способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информативной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | ОПК-4: способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны | Текущая аттестация       | Промежуточная аттестация |
| Блок 1   | Базовая часть                |  |  |   |   |                          |                          |
|  | История                      |  |  |   |   | Практические задания     | Экзамен                  |
|  | Русский язык и культура речи |  |  |   |   | Практические задания     | Зачет                    |
|  | Экономика                    |  |  |   |   | Практические задания     | Экзамен                  |
|  | Правоведение                 |  |  |   | +   | Практические задания     | Зачет                    |
|  | Философия                    |  |  |   |   | Практические задания     | Экзамен                  |
|  | Иностранный язык             |  |  |   |   | Практические задания     | Экзамен, зачет           |

|  |  |   |   |   |   |  |                 |
|--|--|---|---|---|---|--|-----------------|
|  | <b>Общая физика</b>                              | + | + |   |   |  |                 |
|  | Механика   | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Молекулярная физика                              | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Электричество и магнетизм                        | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Колебания и волны, оптика                        | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Общий физический практикум                       | + | + |   |   | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | <b>Атомная и ядерная физика</b>                  | + | + |   |   |  |                 |
|  | Атомная физика                                   | + | + |   |   | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | Ядерная физика                                   | + | + |   |   | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | <b>Математика</b>                                |   |   |   |   |  |                 |
|  | Математический анализ                            | + | + |   |   | Практические задания, контрольные работы | Экзамен         |
|  | Аналитическая геометрия                          | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Линейная алгебра                                 | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Экзамен         |
|  | Дифференциальные уравнения                       | + | + |   |   | Практические задания, контрольная работа | Зачет с оценкой |
|  | Векторный и тензорный анализ                     | + | + |   |   | Практические задания                     | Зачет           |
|  | Теория вероятностей и математическая статистика  | + | + |   |   | Практические задания                     | Экзамен         |
|  | Теория функций комплексного переменного          | + | + |   |   | Практические задания                     | Экзамен         |
|  | Интегральные уравнения и вариационное исчисление | + | + |   |   | Практические задания                     | Зачет           |
|  | <b>Модуль "Информатика"</b>                      |   |   | + | + |  |                 |
|  | Информатика                                      |   |   | + | + | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | Алгоритмы и языки программирования               |   |   | + | + | Лабораторные работы                      | Зачет           |
|  | <b>Теоретическая физика</b>                      | + | + |   |   |  |                 |

|        |   |   |   |   |  |  |                 |
|--------|---|---|---|---|--|--|-----------------|
|        | Теоретическая механика                          | + | + |   |  | Практические задания, контрольная работа                 | Зачет с оценкой |
|        | Электродинамика                                 | + | + |   |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
|        | Квантовая механика                              | + | + |   |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
|        | Термодинамика и статистическая физика           | + | + |   |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
|        | Физика колебательных и волновых процессов       | + |   |   |  |  |                 |
|        | Теория колебаний                                | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
|        | Распространение электромагнитных волн           | + |   |   |  | Лабораторные работы, контрольная работа                  | Зачет           |
|        | Статистическая радиофизика                      | + |   |   |  | Лабораторные работы, контрольная работа                  | Экзамен         |
|        | Физика волновых процессов                       | + |   |   |  | Лабораторные работы, курсовая работа                     | Экзамен         |
|        | Электроника                                     | + |   |   |  |  |                 |
|        | Радиоэлектроника                                | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
|        | Физическая электроника                          | + |   |   |  | Лабораторные работы, контрольная работа, курсовая работа | Экзамен         |
|        | Цифровая обработка сигналов                     | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
|        | Квантовая радиофизика                           | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Экзамен         |
|        | Основы научных исследований в радиофизике       | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Зачет           |
|        | Теоретические основы радиотехники               |   |   | + |  | Лабораторные работы, курсовая работа                     | Экзамен         |
|        | Методы математической физики                    | + | + |   |  | Практические задания, контрольная работа                 | Экзамен         |
|        | Численные методы и математическое моделирование |   |   | + |  | Лабораторные работы, контрольная работа                  | Экзамен         |
|        | Безопасность жизнедеятельности                  |   |   |   |  | Практические занятия                                     | Зачет           |
|        | Физическая культура и спорт                     |   |   |   |  | Сдача нормативов   | Зачет           |
|        | Астрофизика                                     | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Зачет           |
|        | Атомный спектральный анализ                     | + |   |   |  | Лабораторные работы                                      | Зачет           |
| Блок 1 | Вариативная часть                               |   |   |   |  |  |                 |

|  |  |  |  |   |   |                                      |                 |
|--|--|--|--|---|---|--------------------------------------|-----------------|
|  | Основы теории микросхем  |  |  |   |   | Лабораторные работы, курсовая работа | Экзамен         |
|  | Спецпрактикум  |  |  | + |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|  | Элементная база и проектирование интегральных схем                               |  |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|  | Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем                 |  |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет с оценкой |
|  | Физические основы наноэлектроники  |  |  | + |   | Опрос                                | Зачет           |
|  | Микросхемотехника  |  |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет с оценкой |
|  | Компьютерное моделирование в микросхемотехнике                                   |  |  |   | + | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|  | Элективные дисциплины по физической культуре и спорту                            |  |  |   |   | Сдача нормативов                     | Зачет           |
|  | Программирование микроконтроллеров   |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Нейронные сети   |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Тренинг общения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья           |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Физика полупроводников   |  |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|  | Физика полупроводниковых приборов  |  |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|  | Тренинг учебного взаимодействия для лиц с ограниченными возможностями здоровья   |  |  |   |   | Лабораторные работы                  | Зачет           |
|  | Языки проектирования аппаратуры  |  |  | + |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Физические основы микросхемотехники  |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Введение в Scilab  |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Принципы и устройства сверхплотной записи информации                             |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Технологические процессы сборки и герметизации изделий твердотельной электроники |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Введение в программирование на языке C   |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Физика МДП-систем  |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Радиофизические методы   |  |  |   |   | Практические задания                 | Зачет           |
|  | Технологии управления цифровыми правами  |  |  |   | + | Опрос                                | Зачет           |
|  | Технические средства защиты интеллектуальной собственности                       |  |  |   | + | Опрос                                | Зачет           |
|  | Основы криптографии  |  |  |   | + | Опрос                                | Зачет           |



|        |  |  |  |   |  |                   |       |
|--------|--|--|--|---|--|-------------------|-------|
| Блок 2 | Вариативная часть  |  |  |   |  |                   |       |
|        | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно - |  |  | + |  | Отчет по практике | Зачет |
|        | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                       |  |  |   |  | Отчет по практике | Зачет |
|        | Производственная практика, преддипломная   |  |  |   |  | Отчет по практике | Зачет |

|        | Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом | Профессиональные компетенции  |   |   | Формы оценочных средств* |                          |
|--------|--|---|---|---|--------------------------|--------------------------|
|        |  | ПК-1: способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования | ПК-2: способностью использовать основные методы радиофизических измерений | ПК-3: владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий | Текущая аттестация       | Промежуточная аттестация |
| Блок 1 | Базовая часть  |   |   |   |                          |                          |
|        | История  |   |   |   | Практические задания     | Экзамен                  |
|        | Русский язык и культура речи                                     |   |   |   | Практические задания     | Зачет                    |
|        | Экономика  |   |   |   | Практические задания     | Экзамен                  |
|        | Правоведение   |   |   |   | Практические задания     | Зачет                    |
|        | Философия  |   |   |   | Практические задания     | Экзамен                  |
|        | Иностранный язык   |   |   |   | Практические задания     | Экзамен,                 |
|        | <b>Общая физика</b>  |   |   |   |                          |                          |

|  |  |  |  |   |   |                    |
|--|--|--|--|---|---|--------------------|
|  | Механика   |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Молекулярная физика                              |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Электричество и магнетизм                        |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Колебания и волны, оптика                        |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Общий физический практикум                       |  |  |   | Лабораторные работы                         | Зачет              |
|  | <b>Атомная и ядерная физика</b>                  |  |  |   |   |                    |
|  | Атомная физика                                   |  |  |   | Лабораторные работы                         | Зачет              |
|  | Ядерная физика                                   |  |  |   | Лабораторные работы                         | Зачет              |
|  | <b>Математика</b>                                |  |  |   |   |                    |
|  | Математический анализ                            |  |  |   | Практические задания,<br>контрольные работы | Экзамен            |
|  | Аналитическая геометрия                          |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Линейная алгебра                                 |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Дифференциальные уравнения                       |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Зачет с<br>оценкой |
|  | Векторный и тензорный анализ                     |  |  |   | Практические задания                        | Зачет              |
|  | Теория вероятностей и математическая статистика  |  |  |   | Практические задания                        | Экзамен            |
|  | Теория функций комплексного переменного          |  |  |   | Практические задания                        | Экзамен            |
|  | Интегральные уравнения и вариационное исчисление |  |  |   | Практические задания                        | Зачет              |
|  | <b>Модуль "Информатика"</b>                      |  |  | + |   |                    |
|  | Информатика                                      |  |  | + | Лабораторные работы                         | Зачет              |
|  | Алгоритмы и языки программирования               |  |  | + | Лабораторные работы                         | Зачет              |
|  | <b>Теоретическая физика</b>                      |  |  |   |   |                    |
|  | Теоретическая механика                           |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Зачет с<br>оценкой |
|  | Электродинамика                                  |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |
|  | Квантовая механика                               |  |  |   | Практические задания,<br>контрольная работа | Экзамен            |

|        |  |   |   |   |  |         |
|--------|--|---|---|---|--|---------|
|        | Термодинамика и статистическая физика            |   |   |   | Практические задания,<br>Контрольная работа                    | Экзамен |
|        | <b>Физика колебательных и волновых процессов</b> | + | + |   |  |         |
|        | Теория колебаний                                 | + | + |   | Лабораторные работы  | Экзамен |
|        | Распространение электромагнитных волн            | + |   |   | Лабораторные работы,<br>контрольная работа                     | Зачет   |
|        | Статистическая радиофизика                       | + | + |   | Лабораторные работы,<br>контрольная работа                     | Экзамен |
|        | Физика волновых процессов                        | + | + |   | Лабораторные работы,<br>курсовая работа                        | Экзамен |
|        | Электроника                                      | + | + |   |  |         |
|        | Радиоэлектроника                                 | + | + |   | Лабораторные работы  | Экзамен |
|        | Физическая электроника                           | + | + |   | Лабораторные работы,<br>контрольная работа,<br>курсовая работа | Экзамен |
|        | Цифровая обработка сигналов                      | + | + |   | Лабораторные работы  | Экзамен |
|        | Квантовая радиофизика                            | + | + |   | Лабораторные работы  | Экзамен |
|        | Основы научных исследований в радиофизике        | + | + | + | Лабораторные работы  | Зачет   |
|        | Теоретические основы радиотехники                | + | + |   | Лабораторные работы,<br>курсовая работа                        | Экзамен |
|        | Методы математической физики                     |   |   |   | Практические задания,<br>контрольная работа                    | Экзамен |
|        | Численные методы и математическое моделирование  |   |   | + | Лабораторные работы,<br>контрольная работа                     | Экзамен |
|        | Безопасность жизнедеятельности                   |   |   |   | Практические занятия   | Зачет   |
|        | Физическая культура и спорт                      |   |   |   | Сдача нормативов   | Зачет   |
|        | Астрофизика                                      |   |   |   | Лабораторные работы  | Зачет   |
|        | Атомный спектральный анализ                      |   |   |   | Лабораторные работы  | Зачет   |
| Блок 1 | Вариативная часть                                |   |   |   |  |         |
|        | Основы теории микросхем                          | + | + | + | Лабораторные работы,<br>курсовая работа                        | Экзамен |

|  |  |   |   |   |                      |                 |
|--|--|---|---|---|----------------------|-----------------|
|  | Спецпрактикум  | + | + | + | Лабораторные работы  | Зачет           |
|  | Элементная база и проектирование интегральных схем                               | + | + |   | Лабораторные работы  | Зачет           |
|  | Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем                 | + | + |   | Лабораторные работы  | Зачет с оценкой |
|  | Физические основы наноэлектроники  |   |   | + | Опрос                | Зачет           |
|  | Микросхемотехника  | + |   |   | Лабораторные работы  | Зачет с оценкой |
|  | Компьютерное моделирование в микроэлектронике                                    |   |   | + | Лабораторные работы  | Зачет           |
|  | Элективные дисциплины по физической культуре и спорту                            |   |   |   | Сдача нормативов     | Зачет           |
|  | Программирование микроконтроллеров   | + |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Нейронные сети   | + |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Тренинг общения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья           |   |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Физика полупроводников   | + |   |   | Лабораторные работы  | Зачет           |
|  | Физика полупроводниковых приборов  | + |   |   | Лабораторные работы  | Зачет           |
|  | Тренинг учебного взаимодействия для лиц с ограниченными возможностями здоровья   |   |   |   | Лабораторные работы  | Зачет           |
|  | Языки проектирования аппаратуры  | + |   | + | Практические задания | Зачет           |
|  | Физические основы микроэлектроники   | + | + |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Введение в Scilab  | + |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Принципы и устройства сверхплотной записи информации                             | + |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Технологические процессы сборки и герметизации изделий твердотельной электроники | + |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Введение в программирование на языке C   | + |   |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Физика МДП-систем  | + | + |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Радиофизические методы   | + | + |   | Практические задания | Зачет           |
|  | Технологии управления цифровыми правами  | + |   |   | Опрос                | Зачет           |
|  | Технические средства защиты интеллектуальной собственности                       | + |   |   | Опрос                | Зачет           |

|        |   |   |   |   |                   |       |
|--------|---|---|---|---|-------------------|-------|
|        | Основы криптографии   | + |   |   | Опрос             | Зачет |
| Блок 2 | Вариативная часть   |   |   |   |                   |       |
|        | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно -исследовательской |   |   | + | Отчет по практике | Зачет |
|        | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности  | + | + |   | Отчет по практике | Зачет |
|        | Производственная практика, преддипломная  | + | + | + | Отчет по практике | Зачет |



## Сводные данные по бюджету времени (в неделях)

|  | Курс 1          |               |                  | Курс 2          |               |                  | Курс 3          |               |                  | Курс 4          |               |              | Итого            |
|--|-----------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|--------------|------------------|
|  | сем. 1          | сем. 2        | Всего            | сем. 3          | сем. 4        | Всего            | сем. 5          | сем. 6        | Всего            | сем. 7          | сем. 8        | Всего        |                  |
| Теоретическое обучение   | 17 3/6          | 17 3/6        | 35               | 17 3/6          | 17            | 34 3/6           | 17 3/6          | 16 3/6        | 34               | 18 2/6          | 12 5/6        | 31 1/6       | 134 4/6          |
| Э Экзаменационные сессии   | 2 4/6           | 2 4/6         | 5 2/6            | 2 4/6           | 2 4/6         | 5 2/6            | 2 4/6           | 2 4/6         | 5 2/6            | 2               | 1 2/6         | 3 2/6        | 19 2/6           |
| У Учебная практика   |                 |               |                  |                 | 2             | 2                |                 |               |                  |                 |               |              | 2                |
| П Производственная практика  |                 |               |                  |                 |               |                  |                 | 2             | 2                |                 |               |              | 2                |
| Пд Преддипломная практика  |                 |               |                  |                 |               |                  |                 |               |                  |                 | 2             | 2            | 2                |
| Д Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты |                 |               |                  |                 |               |                  |                 |               |                  |                 | 4             | 4            | 4                |
| К Каникулы   | 1 3/6           | 8             | 9 3/6            | 1 3/6           | 6 3/6         | 8                | 1 3/6           | 7             | 8 3/6            | 1 3/6           | 8             | 9 3/6        | 35 3/6           |
| * Нерабочие праздничные дни (не включая воскресенья)   | 1 2/6<br>(8 дн) | 5/6<br>(5 дн) | 2 1/6<br>(13 дн) | 1 2/6<br>(8 дн) | 5/6<br>(5 дн) | 2 1/6<br>(13 дн) | 1 2/6<br>(8 дн) | 5/6<br>(5 дн) | 2 1/6<br>(13 дн) | 1 1/6<br>(7 дн) | 5/6<br>(5 дн) | 2<br>(12 дн) | 8 3/6<br>(51 дн) |
| Продолжительность обучения (не включая нерабочие праздничные дни и каникулы)                         | более 39 нед.   |               |                  | более 39 нед.   |               |                  | более 39 нед.   |               |                  | более 39 нед.   |               |              |                  |
| Итого  | 23              | 29            | 52               | 23              | 29            | 52               | 23              | 29            | 52               | 23              | 29            | 52           | 208              |

### Учебный план 1 курс

| №  | Индекс     | Наименование   | Семестр 1     |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           | Семестр 2     |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           | Итого за курс |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    | Каф.  | Семестры |      |
|--|------------|--|---------------|---------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|---------------|------|---------------------------|---------------|---------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|------|---------------------------|---------------|---------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-------|----------|------|
|  |            |  | Контроль      | Академических часов |               |     |     |     |     |               | з.е. | Неделя                    | Контроль      | Академических часов |               |     |     |     |     |                   | з.е. | Неделя                    |               |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    |       |          |      |
|  |            |  |               | Всего               | Кон-<br>такт. | Лек | Лаб | Пр  | СР  | Конт-<br>роль |      |                           |               | Всего               | Кон-<br>такт. | Лек | Лаб | Пр  | СР  | Конт-<br>роль     |      |                           | Всего         |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| ИТОГО (с факультативами)                 |            |  |               | 1134                |               |     |     |     |     |               |      | 30                        | 20 1/6        |                     | 1134          |     |     |     |     |                   |      |                           | 30            | 20 1/6              |      | 2268 |      |     |     |     |     |                    | 60    | 40 2/6   |      |
| ИТОГО по ОП (без факультативов)          |            |  |               | 1134                |               |     |     |     |     |               |      | 30                        |               |                     | 1134          |     |     |     |     |                   |      |                           | 30            |                     |      |      | 2268 |     |     |     |     |                    | 60    |          |      |
| УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА,<br>(зкэд. час/нед)     |            |  |               | 56.6                |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     | 56.6          |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      | 56.6 |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| ОП, факультативы (в период ТО)           |            |  |               | 54                  |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     | 54            |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      | 54   |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| ОП, факультативы (в период зкэ. сес.)    |            |  |               | 26.1                |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     | 27            |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      | 26.6 |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| Ауд. нагр. (ОП - элект. курсы по физ.к.) |            |  |               | 26.1                |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     | 27            |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      | 26.6 |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| Конт. раб. (ОП - элект. курсы по физ.к.) |            |  |               | 3.1                 |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     | 3.1           |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      | 3.1  |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| Ауд. нагр. (элект. курсы по физ.к.)      |            |  |               |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| ДИСЦИПЛИНЫ                               |            |  |               | 1134                | 510           | 176 | 136 | 198 | 480 | 144           | 30   | ТО: 17<br>1/2<br>Э: 2 2/3 |               | 1134                | 526           | 174 | 136 | 216 | 464 | 144               | 30   | ТО: 17<br>1/2<br>Э: 2 2/3 |               | 2268                | 1036 | 350  | 272  | 414 | 944 | 288 | 60  | ТО: 35<br>Э: 5 1/3 |       |          |      |
| 1  | Э1.Б.01    | История  | Эк            | 144                 | 32            | 16  |     | 16  | 76  | 36            | 4    |                           |               |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           |               | Эк                  | 144  | 32   | 16   |     | 16  | 76  | 36  | 4                  |       | 28       | 1    |
| 2  | Э1.Б.02    | Русский язык и культура речи                               | Эк            | 72                  | 16            | 16  |     |     | 56  |               | 2    |                           |               |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           |               | Эк                  | 72   | 16   | 16   |     |     | 56  |     | 2                  |       | 65       | 1    |
| 3  | Э1.Б.03    | Экономика  |               |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           | Эк            | 108                 | 32            | 16  |     | 16  | 40  | 36                | 3    |                           |               | Эк                  | 108  | 32   | 16   |     | 16  | 40  | 36  | 3                  |       | 83       | 2    |
| 4  | Э1.Б.04    | Проведение   |               |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           | Эк            | 108                 | 32            | 16  |     | 16  | 76  |                   | 3    |                           |               | Эк                  | 108  | 32   | 16   |     | 16  | 76  |     | 3                  |       | 98       | 2    |
| 5  | Э1.Б.06    | Иностранный язык   | Эк            | 72                  | 34            |     | 34  |     | 38  |               | 2    |                           | Эк            | 72                  | 34            |     | 34  |     | 38  |                   | 2    |                           |               | Эк(2)               | 144  | 68   |      | 68  |     | 76  |     | 4                  |       | 52       | 123  |
| 6  | Э1.Б.07    | Общая физика   | Эк ЭК К       | 270                 | 136           | 34  | 68  | 34  | 98  | 36            | 7.5  |                           | Эк ЭК К       | 270                 | 136           | 34  | 68  | 34  | 98  | 36                | 7.5  |                           |               | Эк(2)<br>ЭК(2) К(2) | 640  | 272  | 68   | 136 | 68  | 196 | 72  | 15                 |       |          | 1234 |
| 7  | Э1.Б.07.01 | Механика   | Эк К          | 144                 | 68            | 34  |     | 34  | 40  | 36            | 4    |                           | Эк К          | 144                 | 68            | 34  |     | 34  | 40  | 36                | 4    |                           |               | Эк К                | 144  | 68   | 34   |     | 34  | 40  | 36  | 4                  |       | 54       | 1    |
| 8  | Э1.Б.07.02 | Молекулярная физика  |               |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           | Эк К          | 144                 | 68            | 34  |     | 34  | 40  | 36                | 4    |                           |               | Эк К                | 144  | 68   | 34   |     | 34  | 40  | 36  | 4                  |       | 54       | 2    |
| 9  | Э1.Б.07.03 | Общий физический практикум                                 | Эк            | 128                 | 68            |     | 68  |     | 58  |               | 3.5  |                           | Эк            | 128                 | 68            |     | 68  |     | 58  |                   | 3.5  |                           |               | Эк(2)               | 262  | 136  |      | 136 |     | 116 |     | 7                  |       | 54       | 1234 |
| 10                                       | Э1.Б.09    | Математика   | Эк(2)<br>К(2) | 288                 | 152           | 68  |     | 84  | 64  | 72            | 8    |                           | Эк(2)<br>К(2) | 324                 | 152           | 68  |     | 84  | 100 | 72                | 9    |                           |               | Эк(4)<br>К(4)       | 812  | 304  | 136  |     | 168 | 164 | 144 | 17                 |       |          | 1234 |
| 11                                       | Э1.Б.09.01 | Математический анализ                                      | Эк К          | 144                 | 84            | 34  |     | 50  | 24  | 36            | 4    |                           | Эк К          | 180                 | 84            | 34  |     | 50  | 60  | 36                | 5    |                           |               | Эк(2)<br>К(2)       | 324  | 168  | 68   |     | 100 | 84  | 72  | 9                  |       | 56       | 123  |
| 12                                       | Э1.Б.09.02 | Аналитическая геометрия                                    | Эк К          | 144                 | 68            | 34  |     | 34  | 40  | 36            | 4    |                           | Эк К          | 144                 | 68            | 34  |     | 34  | 40  | 36                | 4    |                           |               | Эк К                | 144  | 68   | 34   |     | 34  | 40  | 36  | 4                  |       | 56       | 1    |
| 13                                       | Э1.Б.09.03 | Линейная алгебра   |               |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           | Эк К          | 144                 | 68            | 34  |     | 34  | 40  | 36                | 4    |                           |               | Эк К                | 144  | 68   | 34   |     | 34  | 40  | 36  | 4                  |       | 56       | 2    |
| 14                                       | Э1.Б.10    | Модуль "Информатика"                                       | Эк            | 216                 | 68            | 34  | 34  |     | 148 |               | 6    |                           | Эк            | 180                 | 68            | 34  | 34  |     | 112 |                   | 5    |                           |               | Эк(2)               | 368  | 136  | 68   | 68  |     | 260 |     | 11                 |       |          | 12   |
| 15                                       | Э1.Б.10.01 | Информатика  | Эк            | 216                 | 68            | 34  | 34  |     | 148 |               | 6    |                           | Эк            | 180                 | 68            | 34  | 34  |     | 112 |                   | 5    |                           |               | Эк                  | 216  | 68   | 34   | 34  |     | 148 |     | 6                  |       | 61       | 1    |
| 16                                       | Э1.Б.10.02 | Алгоритмы и язык программирования                          |               |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           | Эк            | 180                 | 68            | 34  | 34  |     | 112 |                   | 5    |                           |               | Эк                  | 180  | 68   | 34   | 34  |     | 112 |     | 5                  |       | 62       | 2    |
| 17                                       | Э1.Б.12    | Физическая культура и спорт                                | Эк            | 18                  | 18            | 8   |     | 10  |     | 0.5           |      |                           | Эк            | 18                  | 18            | 8   |     | 12  |     | 0.5               |      |                           |               | Эк(2)               | 38   | 36   | 14   |     | 22  |     | 1   |                    | 21    | 1234     |      |
| 18                                       | Э1.Б.08    | Вспомогательные дисциплины по физической культуре и спорту |               | 64                  | 54            |     |     | 54  |     |               |      |                           | Эк            | 64                  | 54            |     |     | 54  |     |                   |      |                           |               | Эк                  | 108  | 108  |      |     | 108 |     |     |                    | 21    | 1234 56  |      |
| ФОРМЫ КОНТРОЛЯ                           |            |  |               | Эк(4) ЭК(5) К(3)    |               |     |     |     |     |               |      | Эк(4) ЭК(5) К(3)          |               |                     |               |     |     |     |     | Эк(8) ЭК(10) К(6) |      |                           |               |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| ПРАКТИКИ                                 |            |  | (Плм)         |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| ГИА                                      |            |  | (Плм)         |                     |               |     |     |     |     |               |      |                           |               |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           |               |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    |       |          |      |
| КАНИКУЛЫ                                 |            |  |               |                     |               |     |     |     |     |               |      | 13/6                      |               |                     |               |     |     |     |     |                   |      |                           | 8             |                     |      |      |      |     |     |     |     |                    | 9 3/6 |          |      |





## 3 курс

| №  | Индекс        | Наименование   | Семестр 5  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | Семестр 6                     |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | Итого за курс           |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       | Каф.             | Семестры         |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
|--|---------------|--|--|---------------|------|-----|----|-----|---------------|------|---------|----------|-------|-------------------------------|------|-----|-----|----|---------------|------|--------|----------|-------|---------------|-------------------------|-----|---------|-----|---------------|-------|--------|----|-----|-----|-------|------------------|------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|------|---|-------|
|  |               |  | Академических часов  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | Академических часов           |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | Академических часов     |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
|  |               |  | Всего  | Кон-<br>такт. | Лек. | Лаб | Пр | СР  | Конт-<br>роль | з.е. | Неделя  | Контроль | Всего | Кон-<br>такт.                 | Лек. | Лаб | Пр  | СР | Конт-<br>роль | з.е. | Неделя | Контроль | Всего | Кон-<br>такт. | Лек.                    | Лаб | Пр      | СР  | Конт-<br>роль | Всего | Неделя |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ИТОГО (с факультативами)                 |               |  | 1116   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 1150                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 2266                    |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ИТОГО по ОП (без факультативов)          |               |  | 29,5   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 30,5                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 60                      |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       | 41,2/6           |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ИТОГО по ОП (без факультативов)          |               |  | 29,5   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 30,5                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 60                      |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       | 41,2/6           |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (зачад. нед/нед)       |               |  | 55,6   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 54,5                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 55,1                    |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ОП, факультативы (в период ТО)           |               |  | 54   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 54                            |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 54                      |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ОП, факультативы (в период экз. сес.)    |               |  | 26,7   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 28,2                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 27,5                    |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| Ауд. нагр. (ОП - элект. курсы по физ.к.) |               |  | 26,7   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 28,2                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 27,5                    |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| Конт. раб. (ОП - элект. курсы по физ.к.) |               |  | 3,1  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 3,2                           |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 3,2                     |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| Ауд. нагр. (элект. курсы по физ.к.)      |               |  | 3,1  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 3,2                           |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 3,2                     |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ДИСЦИПЛИНЫ                               |               |  | 1116   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 1042                          |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 2158                    |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       | ТО: 17<br>У: 2/3 | ТО: 16<br>У: 2/3 | ТО: 34<br>У: 5/3 |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 1  | ФЛ.5.01       | Атомная и ядерная физика   | ЭкЗ  | 218           | 64   | 32  | 32 | 152 | 6             |      |         |          |       |                               |      |     |     |    |               | ЭкЗ  | 218    | 64       | 32    | 32            | 152                     | 6   |         |     |               |       |        | 5  |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 2  | ФЛ.5.01.01    | Атомная физика   | Эк   | 108           | 32   | 16  | 16 | 76  | 3             |      |         |          |       |                               |      |     |     |    |               | Эк   | 108    | 32       | 16    | 16            | 76                      | 3   |         |     |               |       |        | 57 |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 3  | ФЛ.5.01.02    | Ядерная физика   | Эк   | 108           | 32   | 16  | 16 | 76  | 3             |      |         |          |       |                               |      |     |     |    |               | Эк   | 108    | 32       | 16    | 16            | 76                      | 3   |         |     |               |       |        | 58 |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 4  | ФЛ.5.11       | Теоретическая физика   | Эк К   | 180           | 84   | 34  | 50 | 60  | 3,6           | 5    | Эк К    | 180      | 96    | 48                            | 48   | 48  | 36  | 5  | Эк К          | 180  | 96     | 48       | 48    | 48            | 36                      | 5   | Эк К    | 180 | 84            | 34    | 50     | 60 | 3,6 | 5   | 458,8 |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 5  | ФЛ.5.11.02    | Электродинамика  | Эк К   | 180           | 84   | 34  | 50 | 60  | 3,6           | 5    | Эк К    | 180      | 96    | 48                            | 48   | 48  | 36  | 5  | Эк К          | 180  | 96     | 48       | 48    | 48            | 36                      | 5   | Эк К    | 180 | 84            | 34    | 50     | 60 | 3,6 | 5   | 55    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 6  | ФЛ.5.11.03    | Квантовая механика   | Эк К   | 180           | 84   | 34  | 50 | 60  | 3,6           | 5    | Эк К    | 180      | 96    | 48                            | 48   | 48  | 36  | 5  | Эк К          | 180  | 96     | 48       | 48    | 48            | 36                      | 5   | Эк К    | 180 | 84            | 34    | 50     | 60 | 3,6 | 5   | 55    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 7  | ФЛ.5.12       | Физика колебательных и волновых процессов                                      | Эк   | 144           | 64   | 32  | 32 | 44  | 3,6           | 4    | Эк      | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк            | 144  | 64     | 32       | 32    | 44            | 3,6                     | 4   | Эк      | 144 | 64            | 32    | 32     | 44 | 3,6 | 4   | 67    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 8  | ФЛ.5.12.01    | Теория колебаний   | Эк   | 144           | 64   | 32  | 32 | 44  | 3,6           | 4    | Эк      | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк            | 144  | 64     | 32       | 32    | 44            | 3,6                     | 4   | Эк      | 144 | 64            | 32    | 32     | 44 | 3,6 | 4   | 62    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 9  | ФЛ.5.13       | Электроника  | Эк   | 144           | 68   | 34  | 34 | 40  | 3,6           | 4    | Эк КЛ К | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк КЛ К       | 144  | 68     | 34       | 34    | 40            | 3,6                     | 4   | Эк КЛ К | 144 | 68            | 34    | 34     | 40 | 3,6 | 4   | 567,8 |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 10                                       | ФЛ.5.13.01    | Радиотехника   | Эк   | 144           | 68   | 34  | 34 | 40  | 3,6           | 4    | Эк КЛ К | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк            | 144  | 68     | 34       | 34    | 40            | 3,6                     | 4   | Эк      | 144 | 68            | 34    | 34     | 40 | 3,6 | 4   | 62    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 11                                       | ФЛ.5.13.02    | Физическая электроника   | Эк КЛ К  | 144           | 64   | 32  | 32 | 44  | 3,6           | 4    | Эк КЛ К | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк КЛ К       | 144  | 64     | 32       | 32    | 44            | 3,6                     | 4   | Эк КЛ К | 144 | 68            | 34    | 34     | 40 | 3,6 | 4   | 62    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 12                                       | ФЛ.5.16       | Методы математической физики   | Эк К   | 144           | 68   | 34  | 34 | 40  | 3,6           | 4    | Эк К    | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк К          | 144  | 68     | 34       | 34    | 40            | 3,6                     | 4   | Эк К    | 144 | 68            | 34    | 34     | 40 | 3,6 | 4   | 56    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 13                                       | ФЛ.5.17       | Численные методы и математическое моделирование                                | Эк К   | 144           | 64   | 32  | 32 | 44  | 3,6           | 4    | Эк К    | 144      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3,6 | 4  | Эк К          | 144  | 64     | 32       | 32    | 44            | 3,6                     | 4   | Эк К    | 144 | 68            | 34    | 34     | 40 | 3,6 | 4   | 61    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 14                                       | ФЛ.5.21       | Атомный спектральный анализ  | Эк   | 72            | 16   | 16  | 16 | 56  | 2             |      | Эк      | 72       | 16    | 16                            | 16   | 56  | 2   |    | Эк            | 72   | 16     | 16       | 16    | 56            | 2                       |     | Эк      | 72  | 16            | 16    | 16     | 56 | 2   | 59  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 15                                       | ФЛ.5.21       | Основы теории микроволновых схем   | Эк КЛ  | 144           | 68   | 34  | 34 | 40  | 3,6           | 4    | Эк КЛ   | 144      | 68    | 34                            | 34   | 40  | 3,6 | 4  | Эк КЛ         | 144  | 68     | 34       | 34    | 40            | 3,6                     | 4   | Эк КЛ   | 144 | 68            | 34    | 34     | 40 | 3,6 | 4   | 60    |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 16                                       | ФЛ.5.22       | Специальная теория относительности   | Эк   | 90            | 68   | 34  | 34 | 22  | 2,5           |      | Эк      | 128      | 64    | 32                            | 32   | 62  | 3,5 |    | Эк            | 128  | 64     | 32       | 32    | 62            | 3,5                     |     | Эк      | 128 | 68            | 34    | 34     | 22 | 2,5 | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 17                                       | ФЛ.5.24       | Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем               | Эк   | 108           | 64   | 32  | 32 | 44  | 3             |      | Эк      | 108      | 64    | 32                            | 32   | 44  | 3   |    | Эк            | 108  | 64     | 32       | 32    | 44            | 3                       |     | Эк      | 108 | 64            | 32    | 32     | 44 | 3   | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 18                                       | ФЛ.5.25       | Электронные дисциплины по физической культуре и спорту                         | Эк   | 64            | 54   | 27  | 27 | 54  |               |      | Эк      | 62       | 52    | 26                            | 26   | 52  |     |    | Эк            | 62   | 52     | 26       | 26    | 52            |                         |     | Эк      | 62  | 52            | 26    | 26     | 52 |     | 21  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 19                                       | ФЛ.5.25.01.01 | Программирование микроконтроллеров   | Эк   | 72            | 32   | 16  | 16 | 40  | 2             |      | Эк      | 72       | 32    | 16                            | 16   | 40  | 2   |    | Эк            | 72   | 32     | 16       | 16    | 40            | 2                       |     | Эк      | 72  | 32            | 16    | 16     | 40 | 2   | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 20                                       | ФЛ.5.25.01.02 | Наборные сети  | Эк   | 72            | 32   | 16  | 16 | 40  | 2             |      | Эк      | 72       | 32    | 16                            | 16   | 40  | 2   |    | Эк            | 72   | 32     | 16       | 16    | 40            | 2                       |     | Эк      | 72  | 32            | 16    | 16     | 40 | 2   | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 21                                       | ФЛ.5.25.01.03 | Тренинг общения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья         | Эк   | 72            | 32   | 16  | 16 | 40  | 2             |      | Эк      | 72       | 32    | 16                            | 16   | 40  | 2   |    | Эк            | 72   | 32     | 16       | 16    | 40            | 2                       |     | Эк      | 72  | 32            | 16    | 16     | 40 | 2   | 111 |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 22                                       | ФЛ.5.25.02.01 | Физика полупроводников   | Эк   | 72            | 32   | 16  | 16 | 40  | 2             |      | Эк      | 72       | 32    | 16                            | 16   | 40  | 2   |    | Эк            | 72   | 32     | 16       | 16    | 40            | 2                       |     | Эк      | 72  | 32            | 16    | 16     | 40 | 2   | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 23                                       | ФЛ.5.25.02.02 | Физика полупроводниковых приборов  | Эк   | 72            | 32   | 16  | 16 | 40  | 2             |      | Эк      | 72       | 32    | 16                            | 16   | 40  | 2   |    | Эк            | 72   | 32     | 16       | 16    | 40            | 2                       |     | Эк      | 72  | 32            | 16    | 16     | 40 | 2   | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 24                                       | ФЛ.5.25.02.03 | Тренинг учебного взаимодействия для лиц с ограниченными возможностями здоровья | Эк   | 72            | 32   | 16  | 16 | 40  | 2             |      | Эк      | 72       | 32    | 16                            | 16   | 40  | 2   |    | Эк            | 72   | 32     | 16       | 16    | 40            | 2                       |     | Эк      | 72  | 32            | 16    | 16     | 40 | 2   | 111 |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 25                                       | ФЛ.5.25.07.01 | Технологии управления цифровой прошивкой                                       | Эк   | 72            | 16   | 16  | 16 | 56  | 2             |      | Эк      | 72       | 16    | 16                            | 16   | 56  | 2   |    | Эк            | 72   | 16     | 16       | 16    | 56            | 2                       |     | Эк      | 72  | 16            | 16    | 16     | 56 | 2   | 60  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 26                                       | ФЛ.5.25.07.02 | Технические средства защиты интеллектуальной собственности                     | Эк   | 72            | 16   | 16  | 16 | 56  | 2             |      | Эк      | 72       | 16    | 16                            | 16   | 56  | 2   |    | Эк            | 72   | 16     | 16       | 16    | 56            | 2                       |     | Эк      | 72  | 16            | 16    | 16     | 56 | 2   | 62  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| 27                                       | ФЛ.5.25.07.03 | Основы криптографии  | Эк   | 72            | 16   | 16  | 16 | 56  | 2             |      | Эк      | 72       | 16    | 16                            | 16   | 56  | 2   |    | Эк            | 72   | 16     | 16       | 16    | 56            | 2                       |     | Эк      | 72  | 16            | 16    | 16     | 56 | 2   | 61  |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ФОРМЫ КОНТРОЛЯ                           |               |  | Эк(4) Эк(5) КЛ(2) К(3)   |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | Эк(4) Эк(5) Эк(10) КЛ(2) К(3) |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | Эк(5) Эк(10) Эк(2) К(3) |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| ПРАКТИКИ (Планы)                         |               |  |  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | 108 2                         |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | 108 2                   |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       | 108 2            |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2    | 2 |       |
| Б.В.ОД(П)                                |               |  | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       | Эк                            |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               | Эк                      |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       | Эк               |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2    | 2 |       |
| ГИА (Планы)                              |               |  |  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       |                               |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               |                         |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |   |       |
| КАНИКУЛЫ                                 |               |  |  |               |      |     |    |     |               |      |         |          |       |                               |      |     |     |    |               |      |        |          |       |               |                         |     |         |     |               |       |        |    |     |     |       |                  |                  |                  |  |  |  |  |  |  |  |  | 13/6 | 7 | 8/3/6 |



## ПРАКТИКИ Учебный план бакалавриата '03.03.03 Радиофизика\_ДО\_МЭПП\_2019.plx', код направления 03.03.03, год начала подготовки 2019

| Название практики   | Курс | Сем. курса | Кафедра | + | Продолжительность (недель) | Студ. | Часов       |                      |              |                       |
|---|------|------------|---------|---|----------------------------|-------|-------------|----------------------|--------------|-----------------------|
|   |      |            |         |   |                            |       | на студента | на студента в неделю | на подгруппу | на подгруппу в неделю |
| Вид практики: Учебная практика  |      |            |         |   |                            |       |             |                      |              |                       |
| Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности | 2    | 2          |         |   | 2                          |       |             |                      |              |                       |
|   |      |            | 60      | + | 2                          |       |             |                      |              |                       |
| Вид практики: Производственная практика   |      |            |         |   |                            |       |             |                      |              |                       |
| Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности  | 3    | 2          |         |   | 2                          |       |             |                      |              |                       |
|   |      |            | 60      | + | 2                          |       |             |                      |              |                       |
| Вид практики: Преддипломная практика  |      |            |         |   |                            |       |             |                      |              |                       |
| Производственная практика, преддипломная  | 4    | 2          |         |   | 2                          |       |             |                      |              |                       |
|   |      |            | 60      | + | 2                          |       |             |                      |              |                       |
| Итого по факту  |      |            |         |   | 6                          |       |             |                      |              |                       |
| Итого по плану  |      |            |         |   | 6                          |       |             |                      |              |                       |

## КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ И РАБОТЫ Учебный план бакалавриата '03.03.03 Радиофизика\_ДО\_МЭПП\_2019.plx', к

| Вид                                 | Курс | Сем | Каф. | Студ. | Замечания |
|-------------------------------------|------|-----|------|-------|-----------|
| Теоретические основы радиотехники   |      |     |      |       |           |
| КП                                  | 2    | 2   | 61   |       |           |
| Основы теории микроэлектронных схем |      |     |      |       |           |
| КП                                  | 3    | 1   | 60   |       |           |
| Физическая электроника              |      |     |      |       |           |
| КП                                  | 3    | 2   | 60   |       |           |
| Физика волновых процессов           |      |     |      |       |           |
| КП                                  | 4    | 1   | 60   |       |           |

## Аннотации рабочих программ учебных курсов, дисциплин

### Б1.Б.1 История

#### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Целью дисциплины «История» является: изучение целостного курса истории совместно с другими дисциплинами цикла; формирование у студентов современного мировоззрения; освоение ими современного стиля мышления.

В ходе изучения дисциплины «История» студенты должны: иметь представление о сущности, форме и функции исторического знания; овладеть элементами исторического анализа; знать: понятийный аппарат исторической науки, основные методы исследования истории; сущность, содержание, особенности развития отечественной истории; основной спектр концепций исторического развития, точек зрения по частным историческим проблемам; уметь: самостоятельно анализировать исторические факты; применять принципы историзма объективности в анализе исторического материала; применять полученные знания и умения при анализе современных социально-экономических и социально-политических проблем современного этапа развития отечественной истории; иметь навыки работы с историческими источниками.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины.**

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов:

Сущность, формы, функции исторического знания. Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника. Отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное. Методология и теория исторической науки. История России – неотъемлемая часть всемирной истории. Античное наследие в эпоху Великого переселения народов. Проблема этногенеза восточных славян. Основные этапы становления государственности. Древняя Русь и кочевники. Византийско-древнерусские связи. Особенности социального строя Древней Руси. Этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности. Принятие христианства. Распространение ислама. Эволюция восточнославянской государственности в XI-XII вв. Социально-политические изменения в русских землях в XIII-XV вв. Русь и Орда: проблемы взаимовлияния. Россия и средневековые государства Европы и Азии. Специфика формирования единого российского государства. Возвышение Москвы. Формирование сословной системы организации общества. Реформы Петра 1. Век Екатерины. Предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма. Дискуссии о генезисе самодержавия. Особенности и основные этапы экономического развития России. Эволюция форм собственности на землю. Структура феодального землевладения. Крепостное право в России. Мануфактурно-промышленное производство. Становление индустриального общества в России: общее и особенное. Общественная мысль и особенности общественного движения России XIX в. Реформы и реформаторы в России. Русская культура XIX века и ее вклад в мировую культуру. Роль XX столетия в мировой истории. Глобализация общественных процессов. Проблема экономического роста и модернизации. Революции и реформы. Социальная трансформация общества. Столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма. Россия в начале XX в. Объективная потребность индустриальной модернизации России. Российские реформы в контексте общемирового развития в начале века. Политические партии России:

генезис, классификация, программы, тактика. Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса. Революция 1917г. Гражданская война и интервенция, их результаты и последствия. Российская эмиграция. Социально-экономическое развитие страны в 20-е гг. НЭП. Формирование однопартийного политического режима. Образование СССР. Культурная жизнь страны в 20-е гг. Внешняя политика. Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия. Социально-экономические преобразования в 30-е гг. СССР накануне и в начальный период второй мировой войны. Великая Отечественная война. Социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы. Холодная война. Попытки осуществления политических и экономических реформ. НТР и ее влияние на ход общественного развития. СССР в середине 60-80-х гг. Советский Союз в 1985-1991 гг. Перестройка. Попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал. Распад СССР. Беловежские соглашения. Октябрьские события 1993 г. Становление новой российской государственности (1993-1999 гг.). Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации. Культура в современной России. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.

**Форма текущей аттестации** – практические задания.

**Форма промежуточной аттестации** - экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-2, ОК-6, ОК-7

### **Б1.Б.2 Русский язык и культура речи**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины.**

Цель изучения курса «Русский язык и культура речи» – формирование личности, владеющей теоретическими знаниями о структуре русского языка и особенностях его функционирования, обладающей устойчивыми навыками порождения высказывания в соответствии с коммуникативным, нормативным и этическим аспектами культуры речи, то есть способной к реализации в речевой деятельности своего личностного потенциала.

В связи с этим учебная дисциплина «Русский язык и культура речи» должна решать следующие задачи: познакомить с системой норм русского литературного языка на фонетическом, лексическом, словообразовательном, грамматическом уровне; дать теоретические знания в области нормативного и целенаправленного употребления языковых средств в деловом и научном общении; сформировать практические навыки и умения в области составления и продуцирования различных типов текстов, предотвращения и корректировки возможных языковых и речевых ошибок, адаптации текстов для устного или письменного изложения; сформировать умения, развить навыки общения в различных ситуациях общения; сформировать у студентов сознательное отношение к своей и чужой устной и письменной речи на основе изучения её коммуникативных качеств.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

1. Основные понятия культуры речи. Культура речи как научно-учебная дисциплина. Язык и речь. Язык как знаковая система. Функции языка. Соотношение понятий язык и речь: взаимообусловленность и взаимовлияние. Языковые единицы и уровни языковой системы. Речь как форма реализации языка. Проблемы культуры коммуникации: асимметрия между культурой общения и культурой речи. Типы речевой культуры носителей языка: элитарный, средне-литературный, литературно-разговорный, фамильярно-разговорный. Формы речи: специфика устной и письменной речи, классификационные признаки, характерные черты, языковые особенности.

2. Языковая норма. Динамичность развития языка и изменчивость норм. Типы норм (орфоэпические, лексические, грамматические, орфографические, пунктуационные и др.). Типы нормативных словарей и принципы работы с ними. Значимость нормативного аспекта для речевой коммуникации. Современное речевое пространство. Норма и дискурс, норма и узус. Разговорная речь и норма. Асимметрия между разговорной речью и литературной нормой в сфере речевой коммуникации.

3. Стилистика. Функциональные стили современного русского языка. Взаимодействие функциональных стилей. Характеристика стилей: сфера функционирования; лексические, словообразовательные, морфологические, синтаксические особенности; жанры; особенности организации текстов. Специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи. Разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов.

4. Риторика и деловой язык. Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Основные виды аргументов. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи. Речевые тактики в речевой коммуникации. Формы устного делового общения. Речевое манипулирование. Речевой этикет. Специфика русского речевого этикета: тактичность, предупредительность, открытость, толерантность, участие. Техника реализации этикетных форм: приветствие (обращение), завязка, развитие, кульминация, развязка. Обстановка общения и этикетные формулы. Виды письменной деловой коммуникации. Организационно-распорядительная документация как разновидность письменной деловой речи. Языковые формулы официальных документов. Язык и стиль распорядительных документов, коммерческой корреспонденции, инструктивно-методических документов.

**Форма текущей аттестации** – практические задания.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-5, ОК-6

### **Б1.Б.3 Экономика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Изучение дисциплины "Экономика" имеет своей целью обеспечить подготовку высококвалифицированных бакалавров, обладающих необходимыми знаниями в области экономической теории, позволяющими разбираться и ориентироваться в происходящих экономических процессах и явлениях, в том числе связанных с их будущей профессиональной деятельностью. Для реализации данной цели ставятся следующие задачи:

- изучить базовые экономические категории;
- раскрыть содержание экономических отношений и законов экономического развития;
- изучить экономические системы, основные микро- и макроэкономические проблемы, рынок, рыночный спрос и рыночное предложение;
- усвоить принцип рационального экономического поведения хозяйствующих субъектов в условиях рынка;
- уяснить суть основных аспектов функционирования мировой экономики.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

*Экономика и экономическая теория: предмет, функции, развитие*

Предмет, функции и методы экономической теории. Экономические отношения и экономические законы. Зарождение и основные этапы развития экономической теории.

*Экономические системы*

Сущность собственности, ее типы и формы. Экономическая система и ее содержание. Типы экономических систем. Переходная экономика.

*Общественное производство*

Производство, его содержание и цели, потребности и блага. Экономические ресурсы и факторы производства. Производственные возможности и экономический выбор

*Рынок, его возникновение и характеристика*

.Натуральное и товарное хозяйство. Товар и его свойства. Рынок, причины его возникновения, функции рынка, виды рынков. Инфраструктура рынка.

*Механизм функционирования рынка*

Рыночный спрос, его величина, факторы и эластичность. Рыночное предложение, его величина, факторы и эластичность. Рыночное равновесие и равновесная цена.

Конкуренция, ее сущность, функции и виды. Совершенная и несовершенная конкуренция. Монополия, ее сущность и формы. Антимонопольная политика.

*Рынки факторов производства*

Рынок труда. Цена труда и заработная плата. Рынок ссудного капитала и судный процент. Рынок земли и земельная рента. Цена земли.

*Теория фирмы*

Фирма. Типы фирм. Капитал фирмы. Кругооборот и оборот капитала. Издержки производства и доходы фирмы

*Национальная экономика как единая система*

Структура и показатели национальной экономики. ВВП. ЧВП. НД. Макроэкономическое равновесие.

*Инвестиции и экономический рост*

Инвестиции. Виды инвестиций. Источники инвестиций. Экономический рост и его типы. Факторы экономического роста. Экономический рост в России.

*Денежно-кредитная и банковская системы*

Денежная система. Предложение и спрос на деньги. Банковская система. Кредит и денежно-кредитная политика.

*Финансовая система*

Финансы, их функции. Государственный бюджет. Налоги. Виды налогов. Фискальная политика государства

*Макроэкономическая нестабильность*

Цикличность экономического развития. Фазы цикла. Виды циклов. Экономические кризисы, их причины, виды. Антикризисная политика. Инфляция, виды инфляции и их последствия. Антиинфляционная политика. Безработица и ее формы. Меры борьбы с безработицей.

*Доходы и уровень жизни населения.*

Доходы населения. Уровень и качество жизни населения. Прожиточный минимум.

*Экономическая роль государства*

Государство в экономической системе общества. Функции государства. Государственное регулирование экономики и его формы. Экономическая политика государства, принципы и основные виды.

*Мировая экономика*

Мировое хозяйство и международные экономические отношения. Внешняя торговля и торговая политика. Платежный баланс и валютный курс.

**Форма текущей аттестации** – практические задания.

**Форма промежуточной аттестации** - экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-3, ОК-7



### **Б1.Б.4 Правоведение**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью дисциплины «Правоведение» является: изучение первичных основ и представлений об основных категориях права; действующей системы норм, правил по различным отраслям знаний, законов, иных правовых источников.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов: Государство и право. Их роль в жизни общества. Норма права и нормативно-правовые акты. Основные правовые системы современности. Международное право как особая система права. Источники российского права. Закон и подзаконные акты. Система российского права. Отрасли права. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Правовое государство. Конституция Российской Федерации - основной закон государства. Особенности федеративного устройства России. Система органов государственной власти в Российской Федерации. Понятие гражданского правоотношения. Физические и юридические лица. Право собственности. Обязательства в гражданском праве и ответственность за их нарушение. Наследственное право. Брачно-семейные отношения. Взаимные права и обязанности супругов, родителей и детей. Ответственность по семейному праву. Трудовой договор (контракт). Трудовая дисциплина и ответственность за ее нарушение. Административные правонарушения и административная ответственность. Понятие преступления. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Экологическое право. Особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности. Правовые основы защиты государственной тайны. Законодательные и нормативно-правовые акты в области защиты информации и государственной тайны.

**Форма текущей аттестации** – практические задания

**Форма промежуточной аттестации** зачёт

**Коды формируемых (сформированных) компетенций** ОК-4, ОК-7, ОПК-4

### **Б1.Б.5 Философия**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель изучения дисциплины «Философия» - способствование формированию у студентов целостного, системного представления о мире и месте человека в нем, воспитание способности и потребности к философской рефлексии, философской оценке явлений и процессов действительности, усвоение представлений о сложности бытия, раскрытие его многоуровности и многообразия.

Задачи изучения дисциплины:

- 1) познакомить студентов с проблемами, идеями и концепциями, выработанными в процессе исторического развития философской мысли;
- 2) раскрыть специфику философского мировоззрения, понимания ценности и пользы философского взгляда на жизнь;
- 3) способствование развитию самопознания, понимания своих индивидуальных особенностей, соответствующих потребностей и возможностей их реализации;
- 4) выработка у студентов потребности в самосовершенствовании, помощь им в определении путей и способов достижения вершин в своей личной и профессиональной деятельности;

- 5) развитие у студентов творческого мышления, одним из важнейших моментов которого является способность проблемного видения постигаемых реалий мира;
- 6) формирование у студента физического факультета представлений о единстве и многообразии окружающего мира, о связи физического и химического, химического и биологического уровней реальности на базе философского осмысления проблемы бытия;
- 7) знакомство студентов физического факультета с основными формами организации научного знания, закономерностями научного познания, раскрытие принципов системности, эволюционизма и самоорганизации, составляющих ядро современной научной картины мира;
- 8) развитие умений логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем;
- 9) содействовать овладению приемами ведения дискуссии, полемики, диалога в области философских и общенаучных проблем.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Курс философии состоит из двух частей: исторической и теоретической. В ходе освоения историко-философского раздела студенты знакомятся с процессом смены типов познания в истории человечества, обусловленных спецификой цивилизации и культуры отдельных регионов, стран и исторических эпох. Теоретический раздел курса включает в себя основные проблемы бытия и познания, рассматриваемые как в рефлексивном, так и в ценностном планах. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов:

Предмет философии. Место и роль философии в культуре. Становление философии. Основные направления, школы философии и этапы ее исторического развития. Структура философского знания. Учение о бытии. Монистические и плюралистические концепции бытия, самоорганизация бытия. Понятия материального и идеального. Пространство, время. Движение и развитие, диалектика. Детерминизм и индетерминизм. Динамические и статистические закономерности. Научные, философские и религиозные картины мира. Человек, общество, культура. Человек и природа. Общество и его структура. Гражданское общество и государство. Человек в системе социальных связей. Человек и исторический процесс; личность и массы, свобода и необходимость. Формационная и цивилизационная концепции общественного развития. Смысл человеческого бытия. Насилие и ненасилие. Свобода и ответственность. Мораль, справедливость, право. Нравственные ценности. Представления о совершенном человеке в различных культурах. Эстетические ценности и их роль в человеческой жизни. Религиозные ценности и свобода совести. Сознание и познание. Сознание, самосознание и личность. Познание, творчество, практика. Вера и знание. Понимание и объяснение. Рациональное и иррациональное в познавательной деятельности. Проблема истины. Действительность, мышление, логика и язык. Научное и вненаучное знание. Критерии научности. Структура научного познания, его методы и формы. Рост научного знания. Научные революции и смены типов рациональности. Наука и техника. Будущее человечества. Глобальные проблемы современности. Взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего.

**Форма текущей аттестации** – практические задания.

**Форма промежуточной аттестации** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-1, ОК-7

### **Б1.Б.6 Иностранный язык**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины – формирование произносительных навыков и умений, а также формирование умений построения простых и сложных иностранных предложений; ознакомление с лексическими и грамматическими особенностями иностранного языка; овладение специальной лексикой (1500 л.е.); совершенствование навыков и умений чтения оригинальных текстов; развитие монологической и диалогической речи, связанной с профессиональной деятельностью на базе специальной лексики; развитие умений реферирования и аннотирования статей по специальности.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов:

Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке; основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации; чтение транскрипции. Лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера. Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах. Понятие об основных способах словообразования. Грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию без искажения смысла при письменном и устном общении общего характера; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи. Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля. Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета. Говорение. Диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения. Основы публичной речи (устное сообщение, доклад). Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации. Чтение. Виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности. Письмо. Виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.

**Форма текущей аттестации** – практические задания.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-5, ОК-6, ОК-7

### **Б1.Б.7 Модуль «Общая физика»**

#### **Цели и задачи модуля:**

Цель модуля «Общая физика» состоит в формировании у студента целостной системы знаний по основам классической и современной физики, выработке навыков построения физических моделей и решения физических задач. Модуль является фундаментом для последующего изучения профессиональных и профильных дисциплин.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Раздел 1. Механика

### 1.1. Введение

Предмет современной физики. Методы физического исследования. Идеализация реальных объектов и взаимосвязей между ними. Принципиальная роль физического эксперимента.

### 1.2. Кинематика материальной точки

Характерные пространственно-временные масштабы. Границы применимости классической механики. Способы описания движения материальной точки. Системы отсчета. Скорость и ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорения. Вращательное движение, угловая скорость и угловое ускорение.

### 1.3. Законы Ньютона

Первый, второй и третий законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Второй закон Ньютона как физический закон, понятия силы и инертной массы. Примеры решения динамических задач

Второй закон Ньютона как дифференциальное уравнение движения. Роль начальных условий. Основные типы динамических задач. Движение материальной точки под действием постоянной силы. Движение под действием силы, пропорциональной скорости. Примеры "упругой" силы, гармонический осциллятор. Динамика вращательного движения материальной точки.

### 1.4. Некоторые теоремы и интегралы движения для материальной точки

Уравнение моментов для материальной точки. Закон сохранения момента импульса в центральном силовом поле. Механическая работа и мощность. Консервативные силы. Потенциальная энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии. Механическая энергия, теорема об изменении механической энергии. Закон сохранения механической энергии материальной точки в поле консервативных сил. Потенциальная энергия и устойчивость состояния равновесия материальной точки. Одномерное движение материальной точки в потенциальном поле, финитные и инфинитные движения. Движение в центрально-симметричном поле. Кеплерова задача.

### 1.5. Электромагнитные силы

Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Понятие потенциала. Вычисление полей по принципу суперпозиции. Поле электрического диполя. Вектор индукции магнитного поля, сила Лоренца. Действие магнитного поля на проводник с током, сила Ампера. Момент сил, действующих на рамку с током. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Движение частицы в однородном магнитном поле. Дрейфовое движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Продольный дрейф в слабонеоднородном магнитном поле, магнитные ловушки. Ускорители заряженных частиц. Эффект Холла. Принцип действия МГД-генераторов.

### 1.6. Молекулярные силы

Взаимодействие диполей. Природа и особенности молекулярных сил.

### 1.7. Деформации тел и упругие силы

Деформации растяжения и сдвига. Закон Гука. Упругие константы вещества. Сложные деформации (изгиб, кручение). Отклонения от закона Гука при больших деформациях (нелинейность, пластичность). Электромагнитная природа упругих сил, понятие о дислокациях.

### 1.8. Силы трения

Сухое трение. Закон Амонтона-Кулона. Трение скольжения. Работа сил трения. Вязкое трение, формула Ньютона. Ламинарное течение вязкой жидкости в трубе, формула Пуазейля. Силы, действующие на тела, движущиеся в вязкой среде. Закон Стокса. Аэродинамические силы. Анализ аэродинамических сил методом подобия и размерностей, число Рейнольдса. Понятие о сверхтекучести.

### 1.9. Тяготение и силы инерции

Силы тяготения. Вывод закона тяготения из законов Кеплера для планет. Эквивалентность гравитационной и инертной масс. Гравитационное поле, гравитационный потенциал. Движение материальной точки в поле тяготения. Первая, вторая и третья космические скорости. Вес и невесомость тел.

Неинерциальные системы отсчета. Система отсчета, ускоренно движущаяся относительно инерциальной. Силы инерции. Вращающаяся система отсчета. Теорема Кориолиса. Центробежная и кориолисова силы. Земля как неинерциальная система отсчета. Маятник Фуко. Аналогия между силами инерции и тяготения.

#### 1.10. Основы специальной теории относительности

Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца (с выводом) и некоторые следствия из них (относительность понятия времени, лоренцево сокращение длины, замедление хода движущихся часов). Понятие интервала. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская масса. Связь релятивистской массы с энергией, а также энергии с импульсом. Фотон как частица с нулевой массой покоя. Давление света. Искажение световых лучей и смещение частоты квантов в поле тяготения.

#### 1.11. Основные теоремы и законы сохранения для системы материальных точек

Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Динамика материальной точки с переменной массой, уравнение Мещерского. Реактивная сила. Задача Циолковского, ракеты. Момент импульса систем материальных точек. Уравнение моментов для системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса. Уравнение моментов относительно оси. Кинетическая и потенциальная энергии для системы материальных точек. Механическая энергия системы материальных точек и условия ее сохранения. Понятие о внутренней энергии. Связь законов сохранения импульса, момента импульса и энергии системы материальных точек со свойствами симметрии пространства и времени. Примеры применения законов сохранения для системы материальных точек. Явление удара (столкновение частиц). Абсолютно неупругий и абсолютно упругий удары двух частиц. Закон Бернулли для стационарного потока идеальной жидкости. Рассеяние фотонов на электронах, эффект Комптона.

#### 1.12. Динамика твердого тела

Кинематические и динамические характеристики твердого тела. Применение уравнения движения центра масс и уравнения моментов для твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Связь между моментом импульса и угловой скоростью твердого тела в общем случае, тензор инерции. Свободные оси. Кинетическая энергия и работа при вращении вокруг неподвижной оси. Плоское движение твердого тела, понятие мгновенной оси вращения. Качение тел, трение качения. Кинетическая энергия при плоском движении. Приближенная теория гироскопа. Прецессионное движение гироскопа. Гироскопические силы.

## Раздел 2. Молекулярная физика

### 2.1. Элементы кинетической теории газов

Давление идеального газа. Уравнения состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа и ее связь с температурой. Фотонный газ.

### 2.2. Статистические распределения

Статистическое описание системы из большого числа частиц. Статистические законы, средние значения и флуктуации физических величин. Пример - распределение частиц по объему. Распределение молекул газа по скоростям. Равновесное распределение Максвелла (по вектору и модулю скорости) и его свойства, наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределение Больцмана и примеры его применения.

### 2.3. Классическая теория теплоемкости

Теплоемкость газов, теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Недостатки классической теории теплоемкости.

#### 2.4. Явления переноса

Средняя длина свободного пробега молекул в газах. Диффузия, внутреннее трение, теплопроводность газов. Особенности ультраразреженных газов. Вычисление среднего квадрата смещения броуновских частиц. Измерение числа Авогадро.

#### 2.5. Реальные газы и жидкости

Уравнение Ван-дер-Ваальса и его свойства. Фазовые переходы. Критическая температура, критические параметры.

#### 2.6. Термодинамический подход к описанию макросистем

Термодинамическое равновесие, общий принцип термодинамики. Понятие температуры, нулевой принцип термодинамики. Классификация процессов.

#### 2.7. Первый принцип термодинамики

Опыты Джоуля, понятие о внутренней энергии. Работа и количество теплоты. Первый принцип термодинамики. Соотношение Майера. Уравнение адиабаты для идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса. Процессы Джоуля-Гей-Люссака и Джоуля-Томпсона.

#### 2.8. Второй принцип термодинамики

Проблема превращения теплоты в работу. Формулировки второго принципа термодинамики для тепловых и холодильных машин. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Приведенное количество теплоты, равенство Клаузиуса для обратимых процессов. Энтропия идеального газа. Основное уравнение термодинамики и некоторые его следствия (соотношения взаимности, термомеханические эффекты, уравнение Клапейрона-Клаузиуса). Необратимые процессы, неравенство Клаузиуса. Возрастание энтропии при необратимых процессах (с примерами). Статистический смысл энтропии и второго принципа термодинамики.

### Раздел 3. Электричество и магнетизм

#### 3.1. Электрическое поле

Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса (с примерами применения). Теорема о циркуляции вектора напряженности. Потенциал.

#### 3.2. Проводники в электростатическом поле

Условие равновесия свободных зарядов в проводнике и некоторые следствия из него. Электростатическая экранировка. Электроемкость. Конденсаторы. Типы электростатических задач. Теорема единственности.

#### 3.3. Энергия электрического поля

Энергия системы точечных зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Плотность энергии поля.

#### 3.4. Электрическое поле в диэлектриках

Понятие макроскопического (усредненного) поля в среде. Поляризованность (вектор поляризации). Поляризационные (связанные) заряды. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость. Уравнения электрического поля в диэлектриках. Граничные условия для векторов напряженности и индукции. Энергия электрического поля в среде. Пондеромоторные силы в электрическом поле. Механизмы поляризуемости диэлектриков. Нелинейные диэлектрики. Сегнетоэлектрики.

#### 3.5. Стационарный электрический ток

Электрическое поле внутри и вне проводника с током. Закон Ома. Электродвижущая сила (ЭДС) и падение напряжения. Сложные цепи, правила Кирхгофа.

#### 3.6. Магнитное поле проводников с током

Закон Био-Савара-Лапласа. Поле движущегося заряда. Магнитный поток. Теорема о циркуляции вектора индукции.

### 3.7. Действие магнитного поля на проводники с током

Закон Ампера. Пондеромоторные взаимодействия проводников с током.

### 3.8. Векторный потенциал

Описание магнитного поля при помощи векторного потенциала. Вычисление векторного потенциала заданного распределения токов.

### 3.9. Магнитное поле в веществе

Намагниченность (вектор намагничивания). Напряженность магнитного поля в среде. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Магнитная проницаемость. Граничные условия и способы измерения векторов индукции и напряженности в магнетиках. Природа магнитных свойств магнетиков. Диа-, пара- и ферромагнетики. Постоянные магниты.

### 3.10. Явление электромагнитной индукции

ЭДС индукции в движущихся проводниках. Закон Фарадея. Вихревое электрическое поле. Принцип действия динамо-машины и электромотора. Индукционный ускоритель электронов (бетатрон). Измерение циркуляции вектора магнитной индукции при помощи пояса Роговского.

### 3.11. Взаимоиндукция и самоиндукция

Индуктивность. Процессы установления в контуре с индуктивностью, электромеханические аналогии. Коэффициент взаимоиנדукции.

### 3.12. Магнитная энергия

Магнитная энергия одиночного контура и 2-х связанных контуров. Плотность энергии магнитного поля.

### 3.13. Электромагнитное поле в вакууме

Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Волновые уравнения. Существование электромагнитных волн.

### 3.14. Система уравнений Максвелла для полей в веществе

Уравнения полей и материальные уравнения. Особенности поляризации диэлектриков в переменных полях. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Системы единиц.

### 3.15. Квазистационарные токи

Свойства идеальных элементов. Расчет цепей синусоидального тока методом векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Импеданс двухполюсников. Работа и мощность в цепи переменного тока.

### 3.16. Механизмы проводимости некоторых проводников

Классическая электронная теория проводимости металлов и ее недостатки. Электрический ток в электролитах, в плазме. Полупроводники. Введение в зонную теорию проводимости кристаллов.

### 3.17. Электрические явления в контактах

Внешняя и внутренняя контактная разность потенциалов. Явления в контактах проводников первого и второго рода, химические источники тока. Контактные явления в полупроводниках, полупроводниковые диоды.

## Раздел 4. Колебания и волны, оптика

### 4.1. Линейные колебательные системы

Линейные колебательные системы с одной степенью свободы (с примерами). Свободные колебания гармонического осциллятора. Характеристики затухания. Вынужденные колебания, резонансные кривые. Процессы установления колебаний, условия неискаженного воспроизведения сигналов колебательным контуром. Спектральное разложение в радиофизике, колебательный контур как спектральный прибор. Колебательные системы с несколькими степенями свободы, связанные колебания.

### 4.2. Параметрические и нелинейные колебательные системы

Линейные осцилляторы с переменными параметрами, параметрический резонанс. Особенности нелинейного осциллятора (ангармонизм, генерация гармоник, асимметрия резонансной кривой). Автоколебательные системы.

#### 4.3. Волновые процессы. Кинематика волн

Понятие волны. Волновое уравнение. Гармонические волны. Плоские и сферические волны. Распространение сигналов (волновых пакетов). Распространение тригармонической волны. Условие пренебрежения дисперсионным искажением сигнала.

#### 4.4. Интерференция синусоидальных волн

Примеры интерференции волн (две плоские волны, две сферические волны). Интерференция в тонких пластинах. Интерферометры (двухлучевые и многолучевые).

#### 4.5. Упругие волны

Продольные волны в стержне, вывод волнового уравнения. Энергетические соотношения в упругой волне. Акустические волны в газах и жидкостях.

Явления на границе двух сред при нормальном падении упругих волн. Собственные колебания в ограниченных системах.

#### 4.6. Электромагнитные волны. Электромагнитная теория света

Вывод волнового уравнения из уравнений Максвелла. Плоские волны. Бегущие и стоячие волны. Поляризация электромагнитных волн. Импеданс. Энергетические соотношения для электромагнитных волн, теорема Пойнтинга.

Отражение и преломление волн на границе двух сред. Закон Снеллиуса. Формула Френеля. Явления Брюстера и полного (внутреннего) отражения. Излучение электромагнитных волн. Поле излучения элементарного вибратора. Диаграмма направленности. Полуволновой вибратор, сложные излучатели. Излучение движущихся заряженных частиц. Классическая модель “светящегося” атома. Молекулярный механизм отражения, преломления, дисперсии.

#### 4.7. Распространение света в анизотропных средах

Оптическая анизотропия кристаллов. Нормальные волны в одноосном кристалле: дисперсионные свойства, поляризационная структура. Двойное преломление. Построение Гюйгенса. Поляризационные приборы. Интерференция поляризованных лучей. Искусственная анизотропия. Оптическая активность. Понятие о пространственной дисперсии.

#### 4.8. Дифракция волн

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция на структурах с осевой симметрией. Зоны Френеля, зонная пластинка. Дифракция Френеля на щели и прямоугольном отверстии. Спираль Корню. Предельные случаи дифракции: геометрическая оптика и дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор, ее спектральные характеристики.

Роль дифракционных явлений в некоторых оптических приборах. Предельные возможности направленных излучателей, фокусирующих устройств, объективов телескопа и микроскопа. Понятие о голографии.

#### 4.9. Статистические свойства волновых полей

Понятие о временной и пространственной когерентности, их связь с характеристиками источников света. Влияние когерентных свойств света на наблюдение интерференции и дифракции. Источники когерентного света. Лазеры.

#### 4.10. Нелинейные волны

Понятие о нелинейных волновых процессах: генерация гармоник, солитоны, ударные волны, самофокусировка волновых пучков.

**Форма текущей аттестации** – практические задания, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:**

Раздел 1. Механика – экзамен

Раздел 2. Молекулярная физика – экзамен



Раздел 3. Электричество и магнетизм – экзамен

Раздел 4. Колебания и волны, оптика – экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.7.5    Общий физический практикум**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью дисциплины «Общий физический практикум 1» является: изучение целостного курса общей физики, включающего экспериментальное исследование явлений и законов механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, атомной физики и физики ядра и элементарных частиц.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением следующих разделов:

**Механика:** Кинематика материальной точки. Динамика материальной точки. Законы сохранения. Кинематика абсолютно твердого тела. Динамика абсолютно твердого тела. Колебательное движение. Деформации и напряжения в твердых телах. Механика жидкостей и газов. Волны в сплошной среде и элементы акустики.

**Молекулярная физика:** Идеальный газ. Распределение молекул газа по скоростям. Броуновское движение. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Понятие энтропии термодинамической системы. Реальные газы и жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. Твердые тела. Фазовые переходы первого и второго рода. Явления переноса.

**Электричество и магнетизм:** Электростатика. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Постоянный электрический ток. Контактные явления. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания.

**Оптика:** Явление интерференции. Явление дифракции. Дифракция и спектральный анализ. Поляризация света. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных диэлектриков. Интерференция поляризованных волн. Дисперсия света. Тепловое излучение конденсированных сред. Усиление и генерация света.

**Физика атомов и атомных явлений:** Волны и кванты. Основные экспериментальные данные о строении атома. Основы квантово-механических представлений о строении атома. Электромагнитные переходы в атомах. Макроскопические квантовые явления. Статистические распределения Ферми – Дирака и Бозе – Эйнштейна. Энергия Ферми. Физика атомного ядра и частиц: Свойства атомных ядер. Радиоактивность. Ядерные реакции. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.

**Форма текущей аттестации** – лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

## **Б1.Б.8 Модуль «Атомная и ядерная физика»**

### **Б1.Б.8.1 «Атомная физика»**

#### **Цели и задачи модуля:**

Цель модуля «Атомная и ядерная физика» состоит в формировании у студента целостной системы знаний по основам классической и современной атомной и ядерной физики, выработке навыков построения физических моделей и решения физических задач. Модуль является фундаментом для последующего изучения профессиональных и профильных дисциплин.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

##### **1 Элементарные частицы**

Понятие элементарной частицы. Понятие распада элементарных частиц. Приборы и устройства для наблюдения и изучения элементарных частиц. Энергия связи. Фундаментальные взаимодействия. Обменные взаимодействия. Фейнмановские диаграммы. Виртуальные частицы. Сильное взаимодействие. Мезоны. Слабое взаимодействие. Бозоны. Электромагнитное взаимодействие. Гравитационное взаимодействие. Нуклоны. Изотопический спин. Странные частицы. Странность. Гиперзаряд. Классификация элементарных частиц. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Кварки.

##### **2 Физика атомного ядра**

Ядро. Стабильные и нестабильные ядра, их основные характеристики. Спин ядра. Масса атомных ядер и энергия связи нуклонов в ядре. Формула Вейцзеккера. Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада. Основные типы распада ядер.

**Форма текущей аттестации** – лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.8.2 Ядерная физика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью дисциплины является: изучение целостного курса «Атомная физика» совместно с другими дисциплинами цикла; формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения на модель строения атома, а также принцип заполнения периодической системы элементов Менделеева.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

##### **1. Развитие квантовых представлений**

Корпускулярные свойства света. Явление фотоэффекта. Эффект Комптона. Законы равновесного излучения (Стефана-Больцмана, Вина, Рэлея-Джинса, Планка). Модель атома Бора. опыты Франка и Герца. Волновые свойства частиц. Статистический смысл волновой функции. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Роль измерительного прибора. Операторы координаты, импульса, момента импульса и энергии в квантовой механике.

##### **2. Введение в аппарат физики микрообъектов**

Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера. Свойства волновых функций. Волновая функция и уровни энергии частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме. Решение стационарного уравнения Шредингера для потенциального барьера.

Туннельный эффект. Коэффициент прохождения частицы через потенциальный барьер. Холодная эмиссия электронов из металла.

3. Энергетические состояния и спектры излучения водородоподобных атомов

Уравнение Шредингера для частицы в центральном поле. Решение уравнения Шредингера для водородоподобного атома. Уровни энергии, главное квантовое число. Вероятность пространственного распределения электрона в атоме. Азимутальное и магнитное квантовые числа. Спектры водородоподобных атомов.

4. Орбитальный и спиновый моменты электрона

Гиромангнитное отношение. Опыт Штерна-Герлаха. Бозоны и фермионы. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий. Уширение спектральных линий.

5. Многоэлектронные атомы

Типы связей электронов в атоме. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правила отбора при излучении многоэлектронных атомов. Оптические спектры щелочных металлов. Эффект Зеемана.

6. Квантовая статистика

Распределение Бозе-Эйнштейна. Формула Планка и классическая формула Рэлея-Джинса. Переход к классической статистике Максвелла-Больцмана. Конденсация Бозе-газа. Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми.

7. Квантовые свойства твердого тела

Типы связей атомов в твердых телах. Расщепление энергетических уровней во взаимодействующих системах атомов. Модель атомной цепочки с потенциальным рельефом прямоугольной формы (модель Кронига-Пенни). Дисперсионные кривые для свободного электрона и электрона в кристалле. Понятие эффективной массы. Электропроводность твердых тел. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Контакт двух вырожденных полупроводников.

**Форма текущей аттестации** – лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

## **Б1.Б.9           Модуль «Математика»**

### **Б1.Б.9.1 Математический анализ**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** изучение дифференциального и интегрального исчисления функции одной вещественной переменной, лежащего в основе всех физических и математических курсов. Изучение определенного интеграла, который представляет собой важный вопрос курса математического анализа на физическом факультете и имеет приложения в большинстве математических и физических дисциплин. Изучение дифференциального исчисления функций нескольких переменных. Изучение кратных и криволинейных интегралов. Числовые ряды, сходимость, абсолютная и условная сходимость, функциональные ряды, степенной ряд, радиус сходимости степенного ряда, ряд Фурье, интеграл Фурье.

**Краткое содержание учебной дисциплины:**

#### **1. Предмет математики. Введение в анализ**

Предмет математики. Связь с другими науками. Историческая справка.

Понятие множества. Операции с множествами. Общее определение функции. Область определения и область изменения. Функция действительного переменного. Способы

задания функции. Определение графика функции. Графики элементарных функций (прямая, парабола, кубическая парабола, окружность, гипербола, показательная и логарифмическая функции, тригонометрические функции). Обратные тригонометрические функции и их свойства. Преобразование графиков. Построение графиков с помощью цепочки преобразований. Действия с графиками. График сложной функции. График функции, заданной параметрически. Полярные координаты.

## **2. Пределы последовательности и функции**

Понятие последовательности действительных чисел. Предел последовательности. Геометрический смысл предела последовательности. Теорема о единственности предела. Ограниченность сходящейся последовательности. Предельные переходы в равенствах и неравенствах. Монотонные последовательности. Подпоследовательность, частичные пределы, верхний и нижний пределы последовательности действительных чисел. Лемма о вложенных промежутках. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости последовательности.

Предел функции действительного переменного по Коши и по Гейне. Геометрический смысл предела функции действительного переменного. Арифметические операции над функциями, имеющими предел. Односторонние пределы. Классификация бесконечно малых и бесконечно больших величин. Эквивалентные бесконечно малые и бесконечно большие величины. Первый и второй замечательные пределы.

## **3. Непрерывность функции**

Непрерывность функции действительного переменного. Арифметические действия с непрерывными функциями. Непрерывность сложной функции. Односторонняя непрерывность. Теорема о существовании и непрерывности обратной функции. Сохранение знака непрерывной функции. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Классификация точек разрыва.

## **4. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.**

Производные и односторонние производные, бесконечные производные. Геометрический и физический смысл производной. Правила дифференцирования и таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Производная сложной функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Инвариантность формы первого и неинвариантность формы высших дифференциалов. Параметрически заданные функции и их дифференцирование. Основные теоремы дифференциального исчисления Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора и ее связь с задачей приближенного вычисления значений функции. Признаки монотонности. Экстремумы и правила их нахождения. Выпуклость, вогнутость и точки перегиба. Асимптоты. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций и построению графиков.

## **5. Интегральное исчисление функций одной переменной.**

Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Техника интегрирования (непосредственное интегрирование с помощью таблиц, метод разложения, замена переменной, интегрирование по частям, приведение квадратного трехчлена к каноническому виду). Примеры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на множители. Представление правильной рациональной дроби в виде суммы простейших рациональных дробей. Интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных функций. Сведение интегралов от иррациональных и тригонометрических функций к интегрированию рациональных функций.

Определенный интеграл. Условие существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Интеграл как функция верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница. Теорема о среднем. Приложение определенного интеграла к вычислению площадей плоских фигур, площадей поверх-

ности тел вращения и некоторых объемов. Параметрически заданные кривые. Длина дуги кривой.

### **6. Функции многих переменных**

Основные понятия на плоскости (расстояние между точками, окрестность точки, внутренняя точка, изолированная точка, граничная точка, открытое множество, связное и несвязное множества, область, замкнутая область, ограниченное множество). Аналогия с пространством. Предел последовательности векторов. Теорема о покоординатной сходимости. Пределы и непрерывность. Двойные и повторные пределы. Примеры. Непрерывность по совокупности переменных и по отдельной переменной. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Частные производные. Дифференцируемость функции многих переменных. Необходимые условия дифференцируемости. Достаточные условия дифференцируемости функции многих переменных. Теоремы о взаимосвязи между дифференцируемостью, непрерывностью и существованием частных производных функции многих переменных. Производная сложной функции. Дифференциал функции многих переменных. Производная по направлению. Градиент. Связь производной по направлению с градиентом. Условие возрастания (убывания) функции в точке. Производные и дифференциалы высших порядков. Равенство смешанных производных. Исследование функций многих переменных, условие постоянства, условие монотонности в указанном направлении. Формула Тейлора. Экстремум. Неявные функции. Теоремы о существовании неявной функции. Функциональные определители. Существование системы неявных функций. Взаимнооднозначное отображение двух множеств векторного пространства. Условный экстремум. Правило множителей Лагранжа. Примеры.

### **7. Кратные интегралы.**

Кратные интегралы. Площадь многоугольной фигуры. Мера Жордана. Измеримые множества. Необходимое и достаточное условие измеримости множества на плоскости. Свойства меры Жордана. Определение двойного интеграла. Суммы Дарбу и их свойства. Критерий существования двойного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному. Криволинейные координаты на плоскости. Полярные и эллиптические координаты. Замена переменных в двойном интеграле. Тройной интеграл. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных в тройном интеграле. Сферические и цилиндрические координаты.

### **8. Криволинейные и поверхностные интегралы**

Определение криволинейных интегралов. Основные формулы вычисления криволинейных интегралов. Определения поверхностных интегралов первого и второго рода. Вычисление поверхностных интегралов. Математические и физические приложения криволинейных и поверхностных интегралов.

### **9. Ряды. Числовые, функциональные и степенные ряды**

Числовые ряды. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Критерий Коши сходимости числового ряда. Необходимое условие сходимости. Достаточные признаки сходимости: мажорантный и предельный признаки сравнения, Даламбера, Коши, Дирихле, Абеля. Абсолютная и условная сходимость. Умножение рядов. Перестановка членов ряда. Функциональные последовательности и ряды функций. Поточечная и равномерная сходимость. Признаки равномерной сходимости (критерий Коши, мажорантный признак для последовательности, мажорантный признак Вейерштрасса для ряда). Равномерная сходимость и непрерывность, равномерная сходимость и интегрирование, равномерная сходимость и дифференцирование. Степенной ряд. Радиус сходимости. Дифференцирование и интегрирование степенного ряда. Ряд Тейлора.

### **10. Несобственные интегралы, интегралы, зависящие от параметра**

Определение несобственных интегралов первого типа. Определение несобственных интегралов второго типа. Эталонные интегралы. Свойства сходящихся интегралов.

Критерий Коши сходимости несобственных интегралов. Достаточные признаки сходимости несобственных интегралов. Мажорантный признак сравнения. Предельный признак сравнения. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов. Признак Абеля. Признак Дирихле. Расширение методов интегрирования на несобственные интегралы. Замена переменных. Интегрирование по частям. Главное значение несобственного интеграла. Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность по параметру. Дифференцирование и интегрирование по параметру. Несобственные интегралы от параметра.

### **11. Ряд и интеграл Фурье**

Постановка задачи. Пространство со скалярным произведением. Нормированное пространство. Сходимость в среднем. Гильбертово пространство. Скалярное произведение и норма функции. Поточечная, равномерная сходимость и сходимость в среднем последовательностей и рядов. Ортогональные и ортонормированные элементы пространства со скалярным произведением. Обобщенный ряд Фурье. Свойства остатка ряда Фурье. Неравенство Бесселя. Условие сходимости ряда Фурье. Равенство Парсевала. Замкнутые и полные ортонормальные системы элементов в пространстве со скалярным произведением. Теоремы о связи между замкнутой и полной системой. Ряд Фурье по ортогональной и ортонормированной системам функций. Неравенство Бесселя и равенство Парсевала для этих рядов. Тригонометрический ряд Фурье. Разложение четной и нечетной функции в тригонометрический ряд Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Точечная и равномерная сходимость тригонометрического ряда Фурье. Полнота тригонометрической системы функций. Двойные и тройные ряды Фурье.

Интеграл Фурье как предельный случай ряда Фурье. Достаточные признаки сходимости интеграла Фурье. Представление функции интегралом Фурье. Представление четной и нечетной функции интегралом Фурье. Комплексное прямое и обратное преобразования Фурье. Синус и косинус преобразования Фурье.

### **12. Элементы теории обобщенных функций**

Класс основных (пробных) функций. Функциональное определение обобщенной функции. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дельта функция. Действия с обобщенными функциями. Секвенциальный подход к определению обобщенной функции.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, коллоквиум, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (1 семестр, разделы 1 – 6); экзамен (2 семестр, разделы 7 – 11); экзамен (3 семестр, разделы 12 – 17).

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

## **Б1.Б.9.2 Аналитическая геометрия**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

изучение методов аналитической геометрии для решения задач евклидовой геометрии на плоскости и в пространстве, изучение метода координат, векторной алгебры, различных форм уравнений прямой линии на плоскости и в пространстве, уравнения плоскости, кривых и поверхностей второго порядка. Основными задачами учебной дисциплины являются: формирование у студентов знаний об основах аналитической геометрии и векторной алгебры, приобретение студентами навыков и умений по решению геометрических задач и использованию векторной алгебры, необходимых в курсах математического анализа в разделе «Кратные и криволинейные интегралы», в курсе «Векторный и тензорный анализ», «Электродинамика».

## **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

### **Раздел 1. Векторная алгебра.**

Понятие вектора. Линейные операции над векторами. Линейная зависимость системы векторов. Геометрический смысл линейной зависимости. Базисы на плоскости и в пространстве, разложение вектора по базису. Проекция вектора на ось. Ортонормированные базисы, их особенность. Направляющие косинусы вектора. Скалярное, векторное, смешанное и двойное векторное произведения, их свойства, выражение через координаты сомножителей. Условие ортогональности, коллинеарности, компланарности векторов. Система координат, координаты точки, преобразование системы координат.

### **Раздел 2. Прямая и плоскость.**

Способы задания линий на плоскости, линий и поверхностей в пространстве. Алгебраические линии и поверхности. Прямая на плоскости. Различные формы уравнения прямой: общее, параметрическое, каноническое, с угловым коэффициентом, в отрезках, нормальное. Пучок прямых. Плоскость в пространстве. Различные формы уравнения плоскости: общее, в отрезках, нормальное. Пучок и связка плоскостей. Прямая в пространстве. Различные формы уравнения прямой: общее, параметрическое, каноническое. Переход от одного задания к другому. Взаимное расположение двух плоскостей, прямой и плоскости, двух прямых в пространстве. Основные задачи на тему «Прямая и плоскость»: расстояние от точки до плоскости и прямой, расстояние между прямыми, углы между прямыми и плоскостями, условие пересечения двух прямых и т.д.

### **Раздел 3. Кривые и поверхности 2-го порядка.**

Эллипс, гипербола, парабола, Определение, вывод канонического уравнения каждой из этих кривых, их свойства. Эксцентриситет и директрисы эллипса, гиперболы, параболы. Полярная система координат. Полярное уравнение эллипса, гиперболы, параболы. Общее уравнение кривой второго порядка. Приведение общего уравнения к каноническому виду с помощью поворота осей и переноса начала координат. Классификация кривых второго порядка. Поверхности второго порядка: эллипсоид, гиперболоиды, параболоиды, конусы и цилиндры, их канонические уравнения, свойства. Приведение уравнения поверхности второго порядка к каноническому виду.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, контрольная работа, домашняя контрольная работа

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

## **Б1.Б.9.3 Линейная алгебра**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** в широком понимании содержание курса линейной алгебры состоит в проработке математического языка для выражения одной из самых общих идей современного естествознания – идеи линейности. В процессе изучения курса линейной алгебры студенты изучают вопросы разрешимости и структуры решений систем линейных уравнений, осваивают абстрактные понятия линейного пространства, базиса, линейного оператора, билинейной и квадратичной формы, а также изучают конкретные примеры, дающие реализацию этих абстрактных понятий.

## **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

### **Раздел 1. Матрицы и определители.**

Прямоугольные матрицы. Сумма матриц, произведение матрицы на число, умножение матриц. Свойства этих операций. Перестановки, инверсии, транспозиции, подстановки. Определитель квадратной матрицы, свойства определителя. Разложение определителя по элементам строки или столбца. Теорема Лапласа. Определитель произведения матриц. Обратная матрица, критерий обратимости, вычисление обратной матрицы.

### **Раздел 2. Системы линейных уравнений.**

Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Ранг произведения матриц. Элементарные преобразования строк матрицы и их применение к вычислению ранга матрицы. Системы линейных уравнений. Основные определения: частное и общее решения, совместные и несовместные системы, эквивалентность систем. Теорема Крамера. Критерий совместности систем линейных уравнений (теорема Кронекера - Капелли). Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Линейные однородные системы (ЛОС). Свойства решений. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема о ФСР. Структура общего решения ЛОС. Неоднородные системы (ЛНС). Структура общего решения ЛНС.

### **Раздел 3. Линейные пространства.**

Аксиоматика линейного векторного пространства (ЛВП), примеры, свойства ЛВП. Линейная зависимость системы векторов в ЛВП. Базис и размерность ЛВП. Координаты вектора в данном базисе. Матрица перехода от одного базиса к другому, преобразование координат вектора при переходе к новому базису. Подпространство. Сумма и пересечение подпространств. Линейные оболочки и теоремы о размерности. Изоморфизм ЛВП. Евклидово пространство, определение и примеры. Неравенства Коши - Буняковского и треугольника. Общий вид скалярного произведения в конечномерном евклидовом пространстве. Ортогональность и ортонормированность системы векторов. Процесс ортогонализации системы векторов.

### **Раздел 4. Линейные операторы.**

Определение линейного оператора. Примеры. Образ и ядро линейного оператора. Матрица линейного оператора в данном базисе. Преобразование матрицы оператора при переходе от одного базиса к другому. Действия с линейными операторами. Обратный оператор, его свойства. Критерий обратимости. Подпространства, инвариантные относительно оператора. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора, их свойства. Характеристическое уравнение. Унитарный и самосопряженный операторы. Свойства собственных значений и векторов самосопряженного оператора. Существование ортонормированного базиса из собственных векторов самосопряженного оператора, нахождение его.

### **Раздел 5. Квадратичные формы.**

Линейная, билинейная и квадратичная формы в ЛВП. Матрица квадратичной формы (КФ) и ее преобразование при переходе к новому базису. Ранг и индекс КФ. Теорема Лагранжа о приведении КФ к диагональному виду. Теорема Якоби. Закон инерции КФ. Критерий Сильвестра положительной определенности КФ.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, контрольная работа

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОК-2

## **Б1.Б.9.4 Дифференциальные уравнения**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** целью изучения дисциплины является освоение теоретических основ обыкновенных дифференциальных уравнений, а также приобретение практических навыков их интегрирования и в том числе приближенными методами.



**Место учебной дисциплины в структуре АОП:** курс «Дифференциальные уравнения» базируется на курсах «Математический анализ» и «Линейная алгебра». Практические навыки и теоретические знания дифференциальных уравнений используются далее при изучении других математических дисциплин, курсов теоретической физики «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Статистическая физика», «Квантовая механика», а также многих спецкурсов.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

#### **Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.**

Описание законов природы в форме дифференциальных уравнений. Основные определения. Геометрическая интерпретация дифференциального уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Метод изоклин. Построение дифференциального уравнения по общему решению. Уравнения с разделяющимися переменными и приводимые к ним. Однородные уравнения. Уравнения, приводимые к однородным. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнение в полных дифференциалах. Понятие первого интеграла. Интегрирующий множитель. Приемы отыскания интегрирующих множителей. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Принцип сжимающих отображений. Метод последовательных приближений. Продолжение решения. Непродолжаемое решение и его построение. Теорема о примыкании непродолжаемого решения к границе области. Степень гладкости решений дифференциального уравнения. Непрерывная зависимость решения дифференциального уравнения от начальных условий и от параметров. Простые особые точки, их классификация. Особые решения. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения, не содержащие явно независимой переменной, неизвестной функции. Уравнение с однородной функцией в левой части. Общий случай введения параметра. Дифференциальные уравнения, разрешимые относительно аргумента или неизвестной функции. Уравнения Лагранжа и Клеро. Понятие об огибающей семейства кривых. Теорема об огибающей семейства интегральных кривых. Теорема существования решения дифференциального уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной.  $P$ -дискриминантная кривая и ее связь с особыми решениями.

#### **Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.**

Дифференциальное уравнение  $n$ -го порядка, разрешенное относительно старшей производной. Сведение его к нормальной системе уравнений. Теоремы существования и единственности, непрерывной зависимости решения нормальной системы от начальных условий и от параметров. Теорема существования и единственности решения уравнения  $n$ -го порядка, разрешенного относительно старшей производной, как следствие теоремы существования и единственности решения нормальной системы. Частные случаи дифференциального уравнения  $n$ -го порядка, допускающие понижение порядка. Теорема существования и единственности решения линейного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка с непрерывными коэффициентами. Общая теория линейного однородного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка. Определитель Вронского, проверка независимости решений. Фундаментальная система решений. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения. Теоремы о максимальном числе линейно-независимых решений и о тождественности уравнений. Построение линейного дифференциального уравнения по фундаментальной системе решений. Формула Лиувилля и ее применение. Способ понижения порядка линейного однородного уравнения при известном частном решении. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения  $n$ -го порядка.

Принцип суперпозиции. Метод вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения неоднородного уравнения  $n$ -го порядка. Функция Грина. Линейное однородное уравнение  $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами. Операторные многочлены и их свойства. Разложение операторного многочлена на линейные множители. Действие операторного многочлена на простейшие функции. Формула смещения. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами в случае простых и кратных корней характеристического многочлена (действительных или комплексных). Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Квазиполиномы и их свойства. Структура частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами и квазиполиномом в правой части. Операторный метод отыскания частного решения такого уравнения. Уравнение Эйлера. Интегрирование однородных линейных дифференциальных уравнений с помощью рядов. Отыскание фундаментальной системы решений уравнений Эйри и Бесселя.

### **Раздел 3. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Эквивалентность нормальной системы  $n$  дифференциальных уравнений одному уравнению  $n$ -го порядка, разрешенному относительно старшей производной. Теоремы о непрерывной зависимости и непрерывной дифференцируемости решения нормальной системы по начальным условиям и по параметру. Первые интегралы нормальной системы дифференциальных уравнений. Необходимое и достаточное условие для того, чтобы непрерывно-дифференцируемая функция была первым интегралом нормальной системы. Теорема о максимальном числе независимых первых интегралов. Эквивалентность отыскания  $n$  независимых первых интегралов построению общего решения нормальной системы. Понижение порядка нормальной системы, если известна часть первых интегралов. Симметричная форма системы дифференциальных уравнений. Интегрируемые комбинации. Общая теория линейных однородных систем дифференциальных уравнений с непрерывными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Построение линейной однородной системы по фундаментальной системе решений. Структура общего решения линейной неоднородной системы. Метод вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения линейной неоднородной системы. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение как уравнение на отыскание собственных значений и собственных векторов матрицы системы. Вид фундаментальной системы решений в случае простых корней (действительных и комплексных). Вид фундаментальной системы решений в случаях, когда характеристическое уравнение имеет кратные корни и различные значения ранга характеристической матрицы. Метод исключения для линейных систем с постоянными коэффициентами общего вида.

### **Раздел 4. Интегральные уравнения.**

Классификация линейных интегральных уравнений по родам. Уравнения Вольтера. Уравнения Фредгольма 2-го рода. Уравнения с вырожденным ядром. Существование решения уравнения Фредгольма с малым ядром. Существование решения уравнения Вольтерра. Теоремы Фредгольма. Спектральная теория уравнений Фредгольма с симметричными ядрами. Свойства спектра собственных чисел. Теорема Гильберта-Шмидта. Задача Штурма-Лиувилля и интегральные уравнения. Теоремы Гильберта об интегральном представлении решения краевой задачи через функцию Грина. Вывод теоремы Стеклова из теоремы Гильберта-Шмидта.

### **Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Методы, основанные на разложении в ряд Тейлора. Методы Рунге-Кутты. Погрешность аппроксимации и устойчивость разностной схемы. Устойчивость и сходимость. Обоснование метода Эйлера и его вычислительной устойчивости.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, контрольная работа.  
**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой (3 семестр).

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.9.5 Векторный и тензорный анализ**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Изучение взаимосвязи криволинейных, поверхностных и кратных интегралов, особенно формул Остроградского - Гаусса и Стокса, необходимо для изучения математической физики, электродинамики, квантовой механики и других физических курсов. Преобразование дифференциальных выражений с помощью набла - исчисления и замена переменных в дифференциальных операторах для криволинейных систем координат с помощью коэффициентов Ламэ являются основными техническими приемами при работе с уравнениями в частных производных. Методы тензорного исчисления применяются при изучении релятивистских теорий и для анализа сплошных сред.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Скалярные и векторные поля. Дифференциальные операторы. Правила набла-исчисления. Площадь поверхности. Поверхностные интегралы 1 и 2 рода. Формулы Остроградского-Гаусса и Стокса. Инвариантное определение дивергенции и ротора. Потенциальные и соленоидальные векторные поля. Коэффициенты Ламэ. Формулы для градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа в ортогональной системе координат. Двойственные базисы. Ковариантные и контравариантные координаты векторов. Общее определение тензоров произвольного порядка. Запись в тензорных обозначениях преобразований координат векторов, матриц линейных операторов и квадратичных форм. Тензоры деформаций, напряжений, относительных смещений.

**Формы текущей аттестации:** практические задания.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.9.6 Теория вероятностей и математическая статистика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Содержание дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» направлено на ознакомление студентов с основными понятиями и методами теории вероятностей, идеями и аппаратом математической статистики, которые необходимы при обработке результатов эксперимента, анализе случайных явлений, возникающих в радиофизических приложениях и при передаче информации.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

##### **Раздел 1. Основные понятия теории вероятностей.**

1.1. Элементы комбинаторики и схемы шансов.

Испытание и понятие элементарного события. Схемы шансов: эксперименты с и без возвращения, с учетом и без учета порядка.

1.2. Аксиоматика теории вероятностей.

Пространство случайных событий и операции над событиями. Алгебра и  $\sigma$ -алгебра событий. Аксиомы вероятности и вероятностное пространство. Свойства вероятности, вытекающие из аксиом.

### 1.3. Способы исчисления вероятностей.

Статистическое, классическое и геометрическое определения вероятностей. Вероятность на счётном пространстве элементарных событий. Задача Бюффона. Парадокс Бертрана.

### 1.4. Основные соотношения теории вероятностей.

Условная вероятность Теорема умножения вероятностей. Независимые события. Теорема сложения вероятностей. Теорема сложения для независимых и несовместных событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

### 1.5. Основные дискретные распределения.

Схема Бернулли. Наиболее вероятное число успехов. Геометрическое распределение. Гипергеометрическое распределение. Схема независимых испытаний с несколькими исходами. Конечные однородные цепи Маркова. Распределение Пуассона.

## **Раздел 2. Теория случайных величин.**

### 2.1. Основы теории случайных величин.

Случайные величины. Функция распределения вероятностей и её свойства. Дискретные и абсолютно непрерывные случайные величины. Плотность вероятностей. Равномерное, показательное и нормальное распределения. Преобразования плотностей вероятностей функции от одной случайной величины: случаи монотонных, немонотонных и разрывных функций.

### 2.2. Многомерные функции распределения.

Случайные векторы, их функции распределения и свойства. Условные плотности вероятностей. Независимые случайные величины. Вероятностное распределение функции нескольких случайных величин. Распределение суммы, произведения и частного случайных величин.  $\chi^2$ -распределение и распределение Стюдента.

### 2.3. Числовые характеристики случайных величин.

Начальные и центральные моменты. Математическое ожидание и дисперсия и их свойства. Числовые характеристики зависимости: ковариация и коэффициент корреляции.

2.4. Предельные теоремы. Неравенства Чебышёва и Маркова. Последовательности случайных величин и виды их сходимости. Законы больших чисел в форме Чебышёва, Хинчина, Бернулли и Пуассона. Предельные теоремы биномиального распределения: интегральная и дифференциальная теоремы Муавра-Лапласа. Центральная предельная теорема.

### 2.5. Характеристические функции.

Характеристической функции и их свойства. Свойство положительной определенности. Кумулянты случайных величин. Асимметрия и эксцесс. Гауссовы совокупности. Многомерная характеристическая функция гауссовской совокупности. Двумерное гауссово распределение. Эллипс рассеяния. Условные гауссовы распределения. Конечные однородные цепи Маркова.

## **Раздел 3. Элементы математической статистики.**

3.1. Линейная регрессия. Постановка задачи прогнозирования. Среднеквадратичная ошибка линейного прогнозирования. Корреляционная матрица. Коэффициент корреляции. Некоррелированность и статистическая независимость.

### 3.2. Основные задачи математической статистики.

Выборочный метод. Понятия выборки, выборочного пространства, статистики. Статистические критерии. Проверка простой и сложной гипотез. Критерии для проверки гипотез о параметрах нормального и биномиального распределений. Точечная и интервальная оценки статистического параметра. Неравенство Рао-Крамера. Точечные оценки среднего значения и дисперсии случайной величины. Понятия несмещенной, состоятельной и эффективной оценок параметров. Приближенный и точный методы построения доверительных интервалов для среднего. Доверительные интервалы для нормального распределения.

**Формы текущей аттестации:** практические задания.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.9.7 Теория функций комплексного переменного**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** изучение комплексных чисел, арифметических операций с комплексными числами и их геометрического смысла; изучение функций одного комплексного переменного и их основных свойств; изучение поведения функций комплексного переменного в многосвязных областях; развитие навыков вычисления производных и интегралов функции комплексного переменного; изучение основ операторного метода решения дифференциальных уравнений; изучение методов решения краевых задач электростатики и гидродинамики методом конформных отображений.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Понятие комплексного числа, арифметические действия над комплексными числами, различные формы записи комплексного числа, модуль и аргумент комплексного числа, понятие бесконечно удаленной точки. Предел числовой последовательности на комплексной плоскости, его геометрическая интерпретация. Понятие области в комплексной плоскости, односвязные и многосвязные области. Понятие функции комплексного переменного, однозначные и многозначные функции, предел функции комплексного переменного, элементарные функции комплексного переменного. Отображения, осуществляемые функциями комплексного переменного. Понятие аналитичности функции комплексного переменного, свойства аналитических функций. Теорема Коши. Ряды Тейлора, сходимость рядов Тейлора, область сходимости ряда Тейлора. Теоремы Вейерштрасса и Абеля; признаки Даламбера и Коши сходимости ряда, радиус сходимости ряда. Производная функции комплексного переменного; теорема Коши-Римана, дифференцируемость аналитических функций. Понятие интеграла функции комплексного переменного, связь с криволинейными интегралами, интеграл по кривой в комплексной плоскости, теорема Коши для односвязной и многосвязной областей; интегральная формула Коши, теорема Морера. Разложение не аналитической функции в степенной ряд, ряд Лорана. Сходимость ряда Лорана, область сходимости ряда Лорана, теорема Абеля. Классификация особых точек функции комплексного переменного на основании поведения ряда Лорана: устранимая, полюс, существенно особая. Понятие вычета. Основная теорема теории вычетов. Вычеты в конечной и бесконечно удаленной точках, формула вычета в полюсе  $m$ -го порядка. Приложение теории вычетов к вычислению определенных интегралов, интегралы Френеля и Дирихле. Теоремы сложения, подобия, запаздывания, смещения, дифференцирования и интегрирования изображений, изображение производных любых порядков, интеграла, предельные соотношения между оригиналами и изображениями, теорема свертывания. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений,

**Формы текущей аттестации:** контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

## **Б1.Б.9.8 Интегральные уравнения и вариационное исчисление**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

целью изучения дисциплины является освоение теории интегральных уравнений и вариационного исчисления, а также приобретение практических навыков интегрирования уравнений и решения вариационных задач.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Примеры функционалов. Примеры вариационных задач. Вариация функционала. Необходимое условие экстремума функционалов. Основная лемма. Постановка вариационной задачи. Вывод уравнения Эйлера для экстремалей. Задача о брахистохроне. Постановка вариационной задачи. Вывод системы уравнений Эйлера для экстремалей. Постановка задачи. Метод множителей Лагранжа. Задачи о геодезических линиях на сфере, на круглом цилиндре. Задача Дидоны. Метод последовательных приближений. Резольвента. Уравнения типа свертки. Уравнения 1-го рода. Метод последовательных приближений. Резольвента. Уравнения с вырожденным ядром. Характеристические числа и собственные функции. Уравнения с симметричным ядром. Применение интегральных преобразований.

Вариационное исчисление.

Простейшая задача вариационного исчисления. Основная лемма вариационного исчисления. Первая вариация. Уравнение Эйлера. Экстремали. Основные случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Расширение вариационных задач. Вариационная задача на классе векторных функций. Вариационная задача со старшими производными. Уравнение Эйлера-Пуассона. Вариационная задача на классе функций многих переменных. Уравнение Эйлера-Остроградского. Вариационные задачи на условный экстремум. Задача Лагранжа. Изопериметрическая вариационная задача. Вариационные задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности различных видов. Неклассические вариационные задачи. Задача оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Решение задачи об оптимальной остановке материальной точки.

**Формы текущей аттестации:** практические задания.

**Форма промежуточной аттестации :** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

## **Б1.Б.10 Модуль «Информатика»**

### **Б1.Б.10.1 Информатика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью данной учебной дисциплины является введение студентов первого курса в круг основных фактов, концепций, принципов и теоретических проблем, а также практических задач и приложений, основных методов и технологий, относящихся к сфере информатики

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение в информатику. Информатика и компьютерные науки. Канал передачи информации. Аппаратные и программные средства информационных систем. Программные средства общего назначения.

Системы счисления. Двоичное представление основных типов данных ЭВМ. Абсолютная и относительная точность. Погрешность вычислений.

Машинное представление чисел без знака. Арифметическое переполнение. Особенности машинной арифметики. Машинное представление чисел со знаком. Двоично-дополнительный код. Арифметическое переполнение. Машинное представление вещественных чисел. Особенности машинной арифметики для чисел с плавающей запятой.

Измерение количества информации. Три подхода к определению количества информации (по Колмогорову): вероятностный, комбинаторный и алгоритмический. Понятие канала связи.

Организация информационных потоков в ходе работы цифровой ЭВМ. Ее структура и общий принцип действия. Основные элементы технических средств ЭВМ. Периферийные устройства цифровой ЭВМ и принцип их действия.

Программное обеспечение ЭВМ и его классификация. Понятие операционной системы. Общая структура системного программного обеспечения. Файловые системы.

Локальные и глобальные компьютерные сети.

Органы чувств человека и их характеристики. Порог восприятия и разрешающая способность рецептора. Особенности зрительного восприятия. Структура алгоритма JPEG. Особенности слухового восприятия. Психоакустическое маскирование.

Односторонние функции. Асимметричные криптосистемы. Структура алгоритма RSA. Электронная подпись. Протоколы криптосистем с открытым ключом. Технические и программные средства защиты информации в компьютерных системах. Антивирусная защита.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ОПК-4, ПК-3

## **Б1.Б.10.2 Алгоритмы и языки программирования**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

дисциплина «Алгоритмы и языки программирования» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует формированию мировоззрения и системного мышления. Целью преподавания дисциплины «Алгоритмы и языки программирования» является подготовка бакалавров к деятельности в сфере разработки, исследования и эксплуатации информационных систем. Основной упор при этом делается на изучение методики постановки и решения вычислительных задач на современных ЭВМ, на формирование у обучаемых логически обоснованного подхода к выбору средств достижения результата и проведение анализа этого результата.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Понятие алгоритма. Блок-схема алгоритма. Алгоритмические языки высокого уровня. Операторы. Метки. Комментарии. Формат строки. Базисные элементы языка. Типы данных. Константы. Переменные. Идентификаторы. Принцип умолчания. Описание типов данных. Индексированные переменные и массивы данных. Описание. Размещение и инициализация в памяти ЭВМ. Присваивание значения. Типы выражений. Арифметические выражения. Выражения отношений. Логические выражения. Операции. Приоритет операций, ранги операндов. Структура программного модуля. Алгоритм линейной структуры. Вычисление арифметического выражения. Алгоритмы разветвляющейся структуры. Безусловные и условные переходы. Вычисление арифметического выражения при наличии дополнительных условий. Алгоритмы циклической структуры. Правила явной организации циклов. Вычисление таблицы арифметического выражения при

наличии дополнительных условий. Цикл общего вида. Цикл по условию. Итерационный цикл. Счетный цикл. Вычисление стандартной функции через суммирование сходящегося ряда с заданной степенью точности. Суммирование оптимизированного ряда. Рекуррентные формулы. Комбинированное использование явной и счетной циклических структур. Числовые вектора и матрицы. Размещение в памяти, инициализация, ввод-вывод. Работа со строками, столбцами, элементами. Текстовые константы, переменные, вектора и матрицы. Размещение в памяти, инициализация, ввод-вывод. Работа со строками, столбцами, элементами. Организация многомерных счетных циклических структур. Функции и подпрограммы. Формальные и фактические параметры. Способы передачи данных. Принцип модульного программирования. Ввод-вывод информации. Управление вводом-выводом. Хранение данных. Поля, записи, базы данных. Организация таблиц различных типов данных.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ОПК-4, ПК-3

## **Б1.Б.11 Модуль «Теоретическая физика»**

### **Б1.Б.11.1 Теоретическая механика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью изучения дисциплины является формирование представлений о лагранжевом и гамильтоновом формализмах классической механики, о гидродинамике идеальной и вязкой жидкости с приложениями к решению типовых задач, что составляет основу теоретической подготовки физиков. Студент должен овладеть математическим аппаратом теоретической механики, понимать и практически применять формализмы Ньютона, Лагранжа и Гамильтона, а также основные методы гидродинамики для решения конкретных задач, понимать границы применимости используемых при этом уравнений, приближений и полученных результатов.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина включает 8 разделов. Раздел 1. Механика Ньютона для систем без связей. Раздел 2. Динамика систем со связями. Уравнения Лагранжа. Раздел 3. Задача двух тел и движение в центральном поле. Раздел 4. Движение твердого тела. Раздел 5. Движение в неинерциальных системах отсчета. Раздел 6. Теория колебаний. Раздел 7. Канонические уравнения. Раздел 8. Механика сплошных сред.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, контрольные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.11.2 Электродинамика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель данной дисциплины – дать студентам глубокое понимание электромагнитных явлений, научить применять вычислительные методы электродинамики для решения прикладных задач. Студент должен овладеть математическим аппаратом электродинамики.



намики, приобрести навыки его практического применения и на этой основе получать ясное представление о физической природе электромагнитных явлений, иметь понятие о релятивистском характере электромагнитных полей и правилах преобразования электродинамических и механических величин при переходе между инерциальными системами отсчета, иметь четкое представление о границах применимости классических законов в электродинамике. Студент должен научиться применять основные законы электродинамики к решению научных и технологических задач

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина включает 9 основных разделов:

1. Стационарные электрическое и магнитное поля.
2. Нестационарные электромагнитные поля.
3. Система уравнений Максвелла.
4. Теория излучения электромагнитных волн.
5. Рассеяние и поглощение излучения веществом.
6. Теория релятивистских явлений в механических и электродинамических системах.
7. Электромагнитные поля в сплошных средах.
8. Природа поляризации и намагничивания вещества.
9. Законы сохранения энергии и импульса в электромагнитных системах.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, коллоквиум, контрольные работы  
**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.11.3 Квантовая механика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель данной дисциплины – дать студентам глубокое понимание закономерностей микромира, научить применять вычислительные методы квантовой теории для решения различных прикладных задач. Студент должен овладеть математическим аппаратом нерелятивистской квантовой теории, приобрести навыки его практического применения и на этой основе получать ясное представление о физической природе квантовых явлений, иметь понятие о релятивистской квантовой механике и четкое представление о границах применимости квантовых законов и используемых вычислительных методов. Он должен понимать, что квантовая механика есть научная основа современных нанотехнологий.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина включает 11 разделов. Раздел 1. Экспериментальные основы квантовой механики. Раздел 2. Математический аппарат квантовой механики. Раздел 3. Основные положения квантовой механики. Раздел 4. Простейшие задачи квантовой механики. Раздел 5. Элементы теории представлений. Раздел 6. Приближенные методы квантовой механики. Раздел 7. Частица в электромагнитном поле. Раздел 8. Теория систем многих частиц. Раздел 9. Квантовая теория рассеяния. Раздел 10. Теория квантовых переходов. Раздел 11. Релятивистская квантовая механика.

**Формы текущей аттестации:** коллоквиум, практические задания, контрольные работы  
**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.11.4 Термодинамика и статистическая физика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Основная цель курса – дать студентам глубокие и прочные знания фундаментальных термодинамических и статистических закономерностей макроскопических систем. Основная задача курса – научить студентов применять полученные знания на практике; проводить необходимые расчеты физических характеристик макросистем и физически интерпретировать результаты этих расчетов; давать верную научную интерпретацию физическим закономерностям, наблюдаемым в макросистемах.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина включает 8 разделов: 1. Термодинамика и статистическая физика как теория макроскопических систем. Макроскопическое и микроскопическое описание физических систем. 2. Основные понятия и законы термодинамики. 3. Методы и приложения термодинамики. 4. Основные представления статистической физики. 5. Классическая статистическая физика равновесных систем. 6. Квантовая статистическая физика. 7. Теория флуктуаций. 8. Основы термодинамики и кинетики неравновесных процессов.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, контрольные работы

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.12 Модуль «Физика колебательных и волновых процессов»**

#### **Б1.Б.12.1 Теория колебаний**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель курса – показать студентам, как можно распознавать в сложных, на первый взгляд, колебательно-волновых процессах в конкретных задачах физики или техники основные - элементарные колебательные явления и свести исходную проблему к анализу этих моделей, достичь понимания студентами основных колебательно-волновых явлений на простых моделях и системах, познакомить студентов и научить их пользоваться основными методами теории колебаний.

**Задачи дисциплины:**

- ознакомить с базовыми идеями и подходами теории колебаний, как науки об эволюционных процессах;
- дать понятие об основных методах теории колебаний;
- выработать навыки по построению и исследованию колебательно-волновых систем.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Раздел 1. Базовые идеи и подходы теории колебаний

1.1. Историческое введение, формулировка предмета и содержания теории колебаний. Понятие динамической системы и фазового пространства, системы с непрерывным и дискретным временем, грубой динамической системы.

1.2. Динамические системы на прямой. Грубые состояния равновесия. Основные бифуркации.

Раздел 2. Основные методы теории колебаний

2.1. Устойчивость линеаризованных сосредоточенных систем с непрерывным и дискретным временем

Сведение задачи к оценке расположения корней характеристического уравнения на комплексной плоскости. Классификация типов состояний равновесия (особых точек) в системах второго и третьего порядка; исследование их устойчивости. Простейшие динамические системы с дискретным временем. Отображение Пуанкаре. Классификация неподвижных точек одномерных и двумерных точечных отображений.

2.2. Колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы

Линейный и нелинейный осцилляторы. Фазовый портрет. Резонанс в нелинейном осцилляторе. Основы качественной теории и теории бифуркаций динамических систем на плоскости. Грубые предельные циклы, основные характеристики. Основные (кормазмерности 1) бифуркации динамических систем на плоскости: двукратное равновесие, нейтральное равновесие (бифуркация Андронова-Хопфа), двукратный предельный цикл, петля сепаратрисы седла и седло-узла, сепаратрисная связка.

2.3. Автоколебательные системы

Система с одной степенью свободы. Физические примеры. Метод разрывных колебаний. Метод Ван-дер-Поля (автономный и неавтономный случаи). Связанные автогенераторы. Явление захватывания, определение полосы синхронизации. Конкуренция колебаний в многомодовых автогенераторах.

2.4. Колебания и волны в упорядоченных структурах

Дисперсионные уравнения для цепочек связанных осцилляторов. Физический смысл понятия "дисперсия". Переход от дискретных структур к распределенным. Фазовая и групповая скорости, распространение волнового пакета. Характеристические уравнения ограниченных распределенных систем.

Раздел 3. Исследование базовых моделей теории колебаний

Динамика сверхпроводящего Джозефсоновского контакта и маятника в вязкой среде. Исследование уравнений Ван-дер-Поля и Рэлея. Конкуренция колебаний в многомодовых автогенераторах.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

## **Б1.Б.12.2 Распространение электромагнитных волн**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель курса – сформировать у студентов современное представление об основных понятиях и закономерностях электромагнитных волновых процессов, а также в волновых процессах в других областях физики.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Раздел 1. Введение

Физические поля и волны. Перенос волнами энергии и информации. Теория волновых процессов и уравнения математической физики (уравнения потенциала, теплопроводности, волновое уравнение и уравнение Клейна-Гордона). Монохроматические поля. Комплексная форма записи монохроматического поля. Уравнение Гельмгольца. Плоские, цилиндрические и сферические монохроматические волны. Фазовая скорость. Энергетические характеристики волн.

Раздел 2. Методы решения задач линейной теории волновых процессов

Принцип суперпозиции для линейных операторов. Постановка задач линейной теории волн. Задача об излучении заданных источников, расположенных в ограниченной области пространства. Условие излучения Зоммерфельда и принцип предельного поглощения. Применение преобразования Фурье для решения линейных уравнений математической физики. Многократные преобразования Фурье как разложение физических полей по плоским волнам. Дисперсионное уравнение. Начальная задача. Понятие о нормальных волнах в средах. Граничная задача. Функции Грина для основных уравнений математической физики и их связь с преобразованиями Фурье. Групповая скорость.

### Раздел 3. Сплошные среды

Гипотеза сплошной среды и физические поля в средах. Физические бесконечно малые объемы и интервалы времени. Усреднение по ансамблям, по координатам и по времени. Эргодическая гипотеза. Физико-химические свойства газов, жидкостей, твердых тел и плазмы.

### Раздел 4. Электромагнитные поля в сплошных средах

Электромагнитные поля и . Электрические токи свободных и связанных зарядов - токи проводимости, токи электрической поляризации атомов среды и токи намагничивания в среде. Уравнения Максвелла с полным током в среде и сторонними электрическими токами. Электромагнитные поля и волны в среде с постоянными и . Скин-эффект. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Абсолютный комплексный показатель преломления однородной среды.

### Раздел 5. Электромагнитные волны в анизотропных средах

Диэлектрическая проницаемость кристаллов. Плоские волны в анизотропной среде. Уравнение Френеля. Оптические свойства одноосных и двухосных кристаллов. Поверхность волновых векторов и лучевая поверхность. Эффект Керра.

### Раздел 6. Электромагнитные волны в однородной изотропной плазме

Введение в физику плазмы. Способы получения плазмы. Квазинейтральность плазмы. Плазма в космическом пространстве, лабораторная плазма. Дебаевское экранирование электрических зарядов в плазме. Радиус Дебая. Определение плазмы. Квазигидродинамическое описание плазмы. Комплексная диэлектрическая проницаемость холодной, изотропной плазмы. Дисперсия волн. Плазменные колебания, ленгмюровская частота. Фазовая и групповая скорость. Затухание из-за соударений. Полное внутреннее отражение и глубина проникновения электромагнитного поля в плазму. Диагностика плазмы.

### Раздел 7. Электромагнитные волны в холодной магнитоактивной плазме

Роль магнитных полей в физике плазмы. Магнитные поля Земли и космических объектов. Тензор электропроводности и диэлектрической проницаемости плазмы. Анизотропия магнитоактивных сред. Обыкновенные и необыкновенные нормальные волны в холодной магнитоактивной плазме без соударений. Показатель преломления этих волн. Показатели преломления и поляризация нормальных волн при их распространении вдоль, поперек и под некоторым углом к направлению внешнего магнитного поля. Эффект Фарадея.

### Раздел 8. Электромагнитные волны в неоднородных средах

Волновые уравнения для слоисто неоднородных сред. Метод геометрической оптики и ВКБ-приближение. Уравнение эйконала и переноса энергии излучения. Уравнение луча. Рефракция коротких волн в тропосфере и ионосфере Земли. Критическая частота. Естественные волноводы - звуковой канал в океане, волновод Земля-ионосфера.

### Раздел 9. Волны в жидкостях, газах и упругих телах. Аналогии в задачах о распространении волн различной физической природы

Полная замкнутая система уравнений механики для жидкостей и газов: уравнение непрерывности, уравнение Навье-Стокса для баланса импульсов, закон сохранения энергии в дифференциальной и интегральной форме. Проблема замыкания системы урав-

нений. Линеаризация уравнений механики жидкостей и газов для малых возмущений параметров среды. Уравнения линейной акустики и гидродинамики. Излучение звука осциллирующим поршнем и радиально пульсирующей упругой сферой. Интенсивность и мощность излучения. Акустический импеданс излучателя, присоединенная масса и упругость, сопротивление излучения. Поглощение звуковых волн в вязкой теплопроводной среде. Скорость звука. Объемная и сдвиговая упругость твердых тел. Математическое описание деформации тела. Закон Гука и уравнения механики изотропных упругих тел. Два типа нормальных волн в упругом теле. Взаимодействие и трансформация нормальных упругих волн в неоднородных средах.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы, контрольная работа

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.Б.12.3 Статистическая радиофизика**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель курса:

- ознакомление с основными статистическими методами, применяемыми в радиофизических теоретических и экспериментальных исследованиях;
- знакомство с постановкой и решением задач оптимальной обработки сигналов.

Изучение курса предполагает:

- усвоение элементов теории случайных процессов, знакомство с основными типами и свойствами случайных процессов, используемых в радиофизике;
- получение навыков решения основных задач спектрально-корреляционного анализа случайных процессов и их преобразований различными системами;
- усвоение основ теории оптимального обнаружения сигналов и решение важнейших практических задач согласованной фильтрации;
- знакомство с природой шумов и флуктуацией в радиотехнических системах.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

#### **I. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ.**

##### **1.1. Определение и вероятностное описание случайного процесса.**

Понятие статистического ансамбля. Вероятностное описание случайного процесса с помощью многомерных плотностей вероятностей. Основные свойства многомерных плотностей вероятностей. Условные плотности вероятностей, их свойства и связь с многомерными безусловными плотностями вероятностей.

##### **1.2. Классификация случайных процессов по их вероятностному последствию.**

Совершенно случайные процессы, марковские процессы и их описание. Уравнение Смолуховского для условной плотности вероятности марковского процесса. Квазидетерминированные случайные процессы.

##### **1.3. Многомерные характеристические, моментные и кумулянтные функции случайного процесса.**

Характеристическая функция, определение и свойства. Моментные и кумулянтные функции, их взаимосвязь. Корреляционная и ковариационная функции случайного процесса. Коэффициент корреляции.

##### **1.4. Гауссовские случайные процессы.**

Многомерная характеристическая функция и плотность вероятностей гауссовского процесса. Информация необходимая для полного описания гауссовского случайного

процесса. Ковариационная матрица отсчетов случайного процесса. Основные свойства гауссовских случайных процессов.

#### 1.5. Стационарные и эргодические случайные процессы.

Понятие стационарности в узком и широком смысле. Усреднение по статистическому ансамблю и по времени. Эргодичность случайных процессов. Необходимые и достаточные условия эргодичности по отношению к среднему значению, корреляционной функции, одномерной плотности вероятности. Экспериментальное измерение основных статистических характеристик эргодических случайных процессов.

#### 1.6. Совокупности случайных процессов.

Общее описание совокупности двух случайных процессов. Статистическая независимость случайных процессов. Взаимные корреляционные и ковариационные функции. Стационарность, эргодичность, гауссовость совокупности двух случайных процессов.

## II. СПЕКТРАЛЬНО - КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ.

### 2.1 Корреляционные функции.

Свойства корреляционных функций нестационарных и стационарных случайных процессов. Среднее значение и корреляционная функция производной и интегрального преобразования от случайного процесса.

2.2. Спектральная плотность мощности. Соотношение между спектральной плотностью мощности и корреляционной функцией для стационарных случайных процессов (формула Винера-Хинчина). Спектральная плотность мощности нестационарных сигналов П-ой группы. Функция корреляции второго рода. Ширина спектра случайного процесса, ее связь со временем корреляции. Узкополосные случайные процессы. Амплитуда и фаза случайного процесса. Представление узкополосного случайного процесса с помощью квадратурных компонент. Преобразование сигналов П-ой группы линейными системами. Приближение "белого" шума.

2.3. Совместные (взаимные) спектральные плотность мощности случайных процессов. Взаимные функции корреляции первого и второго рода. Взаимные спектры, синфазная и квадратурная составляющие взаимных спектров. Взаимная спектральная плотность мощности входа и выхода линейной системы, выходных сигналов двух линейных систем. Основные неравенства для взаимных спектров. Функция когерентности. Применение взаимных корреляционных функций и спектров для определения источников шума и каналов его распространения.

### 2.4. Корреляционная функция спектральных компонент случайных процессов.

Определение и основные свойства корреляционной функции спектральных компонент стационарного случайного процесса. Взаимная корреляционная функция спектральных компонент.

### 2.5. Спектрально-корреляционный анализ нелинейных преобразованных случайных процессов.

Спектрально-корреляционный анализ нелинейных безынерционных преобразований (НБП) случайных гауссовских процессов. Выражение корреляционной функции выходного процесса в виде ряда по ковариационной функции входного процесса. Взаимная корреляционная и ковариационная функции входа и выхода НБП. Метод производных, формула Прайса. Метод кумулянтных уравнений. Анализ прохождения случайных процессов через цепочки инерционных и безынерционных элементов. Блок-схема анализатора спектра, точность измерения спектральной плотности мощности.

## III. ИМПУЛЬСНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ. ШУМЫ И ФЛУКТУАЦИИ В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.

### 3.1. Импульсные случайные процессы.

Пуассоновский импульсный случайный процесс. Характеристическая функция пуассоновского процесса. Кумулянтные функции пуассоновского процесса. Ковариационная и

спектральная плотность мощности. Формула Кэмпбелла. Преобразования пуассоновского процесса линейными системами.

3.2. Естественные шумы в радиотехнических системах.

Дробовой шум. Спектральная плотность мощности дробового тока диода. Формула Шотки, предела ее применимости. Тепловой шум. Кинетические формулы для корреляционной функции теплового шума. Формула Найквиста, пределы ее применимости.

IV. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ.

4.1. Классификация задач оптимальной обработки сигналов.

Статистическая модель канала связи. Оптимальное обнаружение, различение, измерение параметров, фильтрация сигналов.

4.2. Оптимальное обнаружение сигналов при дискретных наблюдениях.

Двухальтернативная постановка задачи. Критерий идеального наблюдателя. Отношение правдоподобия. Структурная схема оптимального обнаружителя. Другие критерии оптимальности. Обнаружение детерминированного полезного сигнала на фоне гауссовских помех.

4.3. Оптимальное обнаружение сигналов при непрерывных наблюдениях.

Функционал отношения правдоподобия. Случай обнаружения детерминированного сигнала на фоне белого гауссовского шума. Корреляционный приемник. Согласованный фильтр. Отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра. Анализ эффективности оптимального обнаружителя.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы, контрольная работа

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

#### **Б1.Б.12.4 Физика волновых процессов**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цели и задачи курса заключаются в изложении физических основ теории волновых процессов применительно к электромагнитным волнам, математических методов анализа распространения радиоволн в различных средах, подготовке студентов к применению данных методов для моделирования различных электродинамических задач и радиотехнических устройств.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

1. Волновое уравнение. Плоские волны в однородной изотропной среде.

Понятие о волнах. Примеры волновых движений. Волновое уравнение и его модификации. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Поляризация волн. Энергия электромагнитного поля. Плоские волны. Распространение электромагнитных волн в поглощающих средах.

2. Распространение волн в диспергирующих средах.

Комплексная диэлектрическая проницаемость. Связь между дисперсией и поглощением. Дисперсия электромагнитных волн в неполярных и полярных диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость сред со свободными зарядами. Волновой пакет в диспергирующей среде.

3. Распространение волн в анизотропных средах.

Тензор диэлектрической проницаемости. Лучевой вектор. Распространение плоских волн в кристаллических средах. Распространение плоских волн в магнитоактивной плазме. Распространение электромагнитных волн в феррите. Гиротропия ионосферы.

4. Распространение волн в нелинейных средах.

Уравнения для нелинейных волн. Метод медленно изменяющихся амплитуд. Условие фазового синхронизма. Генерация второй гармоники. Трёхчастотные взаимодействия. Соотношения Мэнли-Роу. Распадная неустойчивость волн. Самовоздействие волн.

5. Теория дифракции. Распространение ограниченных волновых пучков.

Метод Кирхгофа и функция Грина в теории дифракции. Угловой спектр плоских волн. Параболическое уравнение в теории дифракции. Дифракция гауссова волнового пучка и сфокусированного пучка.

6. Самовоздействие волновых пучков и волновых пакетов в нелинейных средах.

Нелинейная рефракция при безабберационном и абберационном самовоздействии пучков. Волноводное распространение пучков. Самокомпрессия волновых пакетов. Солитоны огибающих.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы, курсовая работа

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.Б.13 Модуль «Электроника»**

#### **Б1.Б.13.1 Радиоэлектроника**

##### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Содержание дисциплины направлено на обучение студентов методам представления сигналов, методам математического описания радиотехнических цепей и основам теории преобразования сигналов в радиотехнических устройствах. Как следствие – подготовить студентов к практическому применению полученных знаний при исследовании радиотехнических устройств и измерительных систем, а также при использовании радиотехнических методов исследований в экспериментальной радиофизике и в информационных системах.

##### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение.

Цели и задачи курса. Измерительный канал в экспериментальной радиофизике. Радиотехнический канал в информационных системах. Примеры обработки сигналов в радиоастрономии, акустике, телеметрии. Примеры синтеза сигналов в радиолокации, радиосвязи, системах защиты информации.

1. Введение в теорию радиотехнических сигналов

1. Классификация радиотехнических сигналов.

2. Спектральное представление сигналов. Ортогональные сигналы. Периодические сигналы и ряды Фурье. Обобщенный ряд Фурье. Тригонометрическая форма рядов Фурье. Комплексная форма рядов Фурье. Спектральное представление непериодических сигналов. Основные свойства преобразования Фурье. Спектральная плотность неинтегрируемых сигналов. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра.

3. Дискретизация и квантование сигнала. Ортогональные сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова для сигнала с ограниченным спектром. Теорема Котельникова для сигнала конечной длительности. База сигнала. Объем сигнала. Спектр дискретизированного сигнала.

4. Модулированные сигналы. Сигналы с амплитудной модуляцией. Спектр АМ сигнала. Сигналы с угловой модуляцией. Виды угловой модуляции. Сигналы с однотональной угловой модуляцией. Спектральное разложение ЧМ и ФМ при малых индексах модуля-



ции. Спектр сигнала с угловой модуляцией при произвольном значении индекса модуляции.

## II. Основы теории радиотехнических цепей

5. Методы математического описания линейных стационарных цепей. Классификация линейных цепей. Элементы электрических цепей (двухполюсник, четырехполюсник, источники). I и II законы Кирхгофа. Метод контурных токов. Временной метод анализа четырехполюсников. Импульсная и переходная характеристики четырехполюсников. Интеграл Дюамеля. Спектральный метод анализа четырехполюсников. Частотный коэффициент передачи. Представление сигналов на плоскости комплексной частоты. Преобразования Лапласа. Передаточная функция  $K(P)$  цепи.

6. Линейная фильтрация. Условие физической реализуемости четырехполюсников. Фильтрация нижних и верхних частот. Частотные и фазовые характеристики RC-фильтров нижних и верхних частот. Полосовая фильтрация. Последовательный колебательный контур. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения. Частотная и фазовая характеристики. Параллельный колебательный контур. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения. Частотная и фазовая характеристики. Сравнительные характеристики последовательного и параллельного контуров. Условия безыскаженной передачи сигнала через электрическую цепь.

7. Линейные нестационарные цепи. Линейные параметрические двухполюсники. Временные характеристики параметрических четырехполюсников.

8. Введение в теорию нелинейных цепей. Некоторые характеристики нелинейных элементов. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Нелинейное преобразование формы сигнала. Нелинейное преобразование спектра сигнала. Безинерционное нелинейное преобразование суммы гармонических колебаний. Комбинационные частоты. Эффект интермодуляции. Совместное воздействие на нелинейном элементе сигналов большой и малой амплитуд.

## III. Преобразование сигналов радиотехническими цепями

9. Усиление сигналов. Общие сведения об усилителях. Принципы построения. Параметры усилителя. Аперидический усилитель. Биполярный и полевой транзисторы. Статические характеристики транзисторов. Эквивалентные схемы аперидического усилителя. АЧХ и ФЧХ аперидического усилителя. Частотные искажения в аперидическом усилителе. Динамические характеристики усилителя. Нелинейные искажения в аперидическом усилителе.

Частотно-избирательные усилители. Эквивалентная схема частотно-избирательного усилителя. АЧХ и ФЧХ резонансного усилителя. Линейные искажения АМ колебания в резонансном усилителе. Нелинейные искажения в резонансном усилителе.

Обратные связи в усилителях. Передаточная функция линейной системы с обратной связью. Метод Найквиста. Критерий Найквиста устойчивости системы с обратной связью. Способы включения обратной связи в усилителях. Влияние обратной связи на свойства усилителя.

10. Генерация гармонических колебаний. Обобщенная схема автогенератора. Баланс амплитуд и баланс фаз. Самовозбуждение автогенератора с индуктивной обратной связью (линейное приближение). Стационарный режим автогенератора (квазилинейное приближение). Устойчивость стационарных режимов. Мягкое и жесткое самовозбуждение автогенератора.

11. Принципы получения модулированных колебаний. Амплитудная модуляция. Требования к цепям, осуществляющим амплитудную модуляцию. Получение амплитудной модуляции с применением нелинейных каскадов. Модуляция в параметрических цепях. Частотная модуляция. Параметрическое управление частотой генератора. Реактивный каскад на транзисторе.

12. Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование. Детектирование нелинейными цепями. Ток детектирования. Детекторная характеристика. Детектирование слабых и сильных сигналов. Нелинейные искажения при детектировании АМ сигнала. Частотные искажения при амплитудном детектировании. Амплитудное детектирование параметрическими цепями. Фазовое детектирование. Фазовое детектирование параметрической системой. Фазовое детектирование нелинейными каскадами. Частотное детектирование.

13. Преобразование частоты. Преобразование спектра в нелинейном шестиполоснике. Прямое преобразование (линейное приближение по сигналу). Дополнительные каналы и интерференционные искажения при преобразовании частоты. Преобразование частоты (нелинейный режим по сигналу).

IV. Аналоговая интегральная схемотехника

14. Усилители постоянного тока (УПТ). Особенности схемных решений УПТ. Дрейф УПТ. Способы повышения стабильности параметров УПТ. Дифференциальный усилительный каскад. Коэффициент передачи синфазной и дифференциальной компонент сигнала. Инвертирующий и неинвертирующий входы. Дрейф дифференциального каскада. Интегральные операционные усилители (ОУ) и функциональные узлы на их основе. Безинерционные линейные цепи на базе ОУ (повторитель напряжения, сумматор, масштабный усилитель). ОУ в инерционных линейных цепях (интегратор, дифференциатор, фазовращатель. Фильтрующие цепи).

V5. Элементы импульсной и цифровой техники

15. Электронный ключ и его основные свойства. Статический режим биполярного ключа. Переходные процессы в биполярном ключе: метод заряда, задержка включения, включение и выключение ключа. МДП - транзисторные ключи. Статический режим ключа с резисторной нагрузкой. Переходные процессы в этом ключе при его включении и выключении. Ключ с динамической нагрузкой. Комплементарный ключ.

16. Аппаратная (схемотехническая) реализация логических операций. Базовые схемы транзисторной логики. Реализация с помощью транзисторов логических операций. Дiodно-транзисторная логика (ДТЛ). Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ). Базовый элемент ТТЛ. Логические элементы с открытым коллектором. Быстродействующие ТТЛ схемы на транзисторах Шоттки (ТТЛШ - логика).

17. Бистабильные ячейки, триггеры. Дизъюнктивная и конъюнктивная бистабильные ячейки (БЯ). Асинхронный RS -триггер. Триггеры, синхронизируемые уровнем (RS- и D - триггеры). Универсальный JK-триггер. Счетный T-триггер.

18. Логические основы средних и больших интегральных схем (СИС и БИС). Сумматоры и арифметические устройства. Последовательный и параллельный многоуровневые сумматоры. Регистры. Регистры памяти, сдвиговые регистры. Счетчики. Асинхронный (последовательный) и синхронный (параллельный) счетчики. Суммирующий и вычитающий счетчики.

Заключительная лекция

Структура типового радиотехнического канала. Проблема согласования каскадов. Перспективы развития радиотехнических систем и методов исследования.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

## Б1.Б.13.2 Физическая электроника

### Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель курса - сформировать у студентов современное представление об основных методах формирования активной среды в виде электронного пучка для мощных источников когерентного электромагнитного излучения, включая теорию эмиссии электронов из твердого тела. Помимо этого, в курсе рассматриваются также современные методы электронной оптики слаботочных систем, включая различные виды электронных микроскопов.

### Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

#### Раздел 1. Введение

Предмет и задачи курса. Основные этапы развития электроники. Области применения полупроводниковых и вакуумных электронных приборов. Типичная блок-схема мощного вакуумного электронного прибора СВЧ. Разделы курса.

#### Раздел 2. Движение электронов в электрическом и магнитном статических полях

2.1. Уравнения движения в электромагнитном поле. Случаи однородных электрического и магнитного полей. Интеграл энергии..

2.2. Движение в слабонеоднородных полях (дрейфовая теория). Поперечный адиабатический инвариант. Дрейфовые уравнения. Уравнения Лагранжа. Теорема Буша.

2.3. Критический режим магнетрона. Инвариант Пуанкаре. Адиабатическая теория магнетронно-инжекторной пушки гиротрона.

2.4. Вариационные принципы динамики заряженных частиц. Электронно-оптический коэффициент преломления.

#### Раздел 3. Электронно-оптические свойства полей с аксиальной симметрией. Электронные линзы

3.1. Дифференциальные уравнения траекторий заряженных частиц в аксиально-симметричных полях. Уравнения параксиальных траекторий. Изображающие свойства параксиальных пучков (стигматичность и подобие изображений). Классификация электростатических линз. Особенности электростатических линз с ограниченной областью поля. Иммерсионные линзы. Построение изображения в тонкой и толстой линзах. Линзы-диафрагмы. Иммерсионный объектив.

3.2. Классификация магнитных линз. Электронно-оптические свойства короткой (слабой) и длинной магнитных линз. Сильные магнитные линзы. Аберрации электронных линз. Электронные зеркала. Квадрупольные линзы. Отклоняющие системы.

#### Раздел 4. Электронно-оптические системы

4.1. Проекторы электронно-лучевых трубок. Электронно-лучевые технологические установки. Электронные микроскопы (эмиссионный, просвечивающий, отражательный, растровый, автоэлектронный и автоионный, проекционные микроскопы). Разрешающая сила электронных микроскопов просвечивающего типа.

4.2. Системы фокусировки протяженных интенсивных электронных пучков (магнитная, периодическая, электростатическая, центробежная). Системы рекуперации энергии электронов в мощных электронных приборах.

#### Раздел 5. Интенсивные электронные пучки

5.1. Система самосогласованных уравнений пучка в статических полях. Режимы температурного ограничения эмиссии и ограничения тока пространственным зарядом в электронных диодах. Теория идеализированного плоского диода (закон "трех вторых").

5.2. Предельный ток транспортировки электронного пучка в пространстве дрейфа. Формирование ленточных электронных пучков. Пушки Пирса.

#### Раздел 6. Общие вопросы эмиссионной электроники

Классификация электронной эмиссии. Релаксационные эффекты при движении возбужденных электронов к поверхности твердого тела. Работа выхода электронов из твердого тела. Профиль потенциального барьера.

Раздел 7. Термоэлектронная эмиссия.

Теория термоэлектронной эмиссии из твердого тела. Механизм действия пленочного катода. L-катод. Оксидный катод. Эффект Шоттки.

Раздел 8. Полевая эмиссия.

Прохождение электронов сквозь потенциальный барьер на поверхности твердого тела. Расчет автоэлектронного тока. Свойства и применение автоэлектронных катодов. Взрывная эмиссия. Сильноточные релятивистские ускорители электронов.

Раздел 9. Вторичная электронная эмиссия.

Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от энергии и угла падения первичных электронов. Распределение вторичных электронов по энергиям. Особенности вторичной эмиссии из полупроводников и диэлектриков.

Раздел 10. Фотоэлектронная эмиссия.

Основные законы внешнего фотоэффекта (законы Столетова и Эйнштейна). Спектральные фотоэлектрические характеристики металлов. Плотность тока фотоэмиссии. Фотоэлектронная эмиссия диэлектриков и полупроводников. Сурьмяноцезиевый фотокатод.

Раздел 11. Технические применения фото- и вторичной эмиссии.

Фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Фотоумножители. Шумы фотоэлементов и фотоумножителей.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы, контрольная работа, курсовая работа

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.Б.13.3 Цифровая обработка сигналов**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель курса – ознакомление с основными подходами цифровой обработки сигналов, проектирование фильтров с конечной и бесконечной импульсной характеристикой, способами вычисления коэффициентов для КИХ и БИХ фильтров, обработкой сигналов на нескольких скоростях

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Раздел 1. Сигналы и их свойства

Раздел 2. Представление сигналов во временной и частотной областях.

Раздел 3. Линейные дискретные системы с постоянными параметрами.

Раздел 4. Цифровые фильтры.

Раздел 5. КИХ-фильтры.

Раздел 6. БИХ-фильтры.

Раздел 7. Цифровая обработка сигналов при нескольких скоростях.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.Б.13.4 Квантовая радиофизика**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Изучение современного уровня развития квантовой радиофизики и электроники в области взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, включая теорию лазера, оптические явления, обусловленные когерентными и интенсивными полями, а также экспериментальные методы исследования, математического описания и анализа характеристик квантово-механических устройств.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Квантовая радиофизика и проблемы радиоэлектроники. Учебный фильм «Основы работы лазеров» Квантово-теоретические основы. Вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна. Отрицательная температура. Условия усиления излучения. Переходы в системе под влиянием возмущений. Матрица плотности в квантовой теории и ее свойства. Электродипольное взаимодействие вещества с излучением. Лоренцова форма спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение. Электромагнитные поля и их квантование. Поле как совокупность осцилляторов. Разложение поля по модам резонатора. Оптические резонаторы. Оптические элементы. Волновые пучки. Закон АВСД. Критерий устойчивости мод резонатора. Резонансные частоты. Учебный кинофильм «Объемные и открытые резонаторы»

Когерентность поля. Преобразование пространственной и временной некогерентности при распространении волн. Кинетические уравнения. Релаксационные процессы. Двухуровневая модель. Квантовое, полуклассическое описание. Восприимчивость среды. Укороченные материальные уравнения. Получение отрицательной температуры в трех и четырех уровневых системах. Методы создания инверсии. Пусковые квантовые генераторы. Параметрические усилители: конструкция, параметры, шумы. Лазеры на основе кристаллов и стекол

Полупроводниковые лазеры. Лазеры на газах и парах. Общая теория квантовых генераторов. Согласованная система уравнений. Динамика твердотельных лазеров. Режим свободной генерации. Генерация гигантских импульсов. Флуктуационные явления в квантовых генераторах. Нелинейная оптика. Генерация второй гармоники. Распространение модуляции излучения в диэлектрических волноводах. Оптическая связь

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.Б.14 Основы научных исследований в радиофизике**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Курс является базовым предметом в плане освоения студентами основных понятий теории колебаний, методов анализа сигналов и электронных устройств преобразования и генерации электрических сигналов. Его главная задача – выработка у обучаемых целостного взгляда на явления и эффекты колебательной природы в окружающем мире, дать представление о наиболее употребительных методах анализа механизмов возникновения колебаний и их характеристик.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение. Основные тенденции и перспективы развития современной радиофизики. Взаимосвязь курса с другими дисциплинами.

Основные понятия теории колебаний.

Понятие автоколебаний и автоколебательной системы.

Нелинейный осциллятор на фазовой плоскости.

Асимптотические методы теории колебаний.

Автоколебания.

Примеры автоколебательных систем.

Статистические характеристики сигналов. Среднее значение и дисперсия. Гистограмма и распределение плотности вероятности.

Спектральный анализ сигналов. Спектрально – временной анализ сигналов. Преобразование Гильберта. Преобразование Лапласа.

Принципы и устройства аппаратного преобразования сигналов. Основные типы преобразования сигналов: фильтрация, усиление, генерация, модуляция, детектирование, их назначение и результирующее изменение характеристик сигналов. Фазовая и частотная модуляция.

**Форма текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2, ПК-3

### **Б1.Б.15 Теоретические основы радиотехники**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков по теории радиотехнических цепей и сигналов, обучение методам анализа и основам синтеза радиотехнических устройств, а также методам измерения характеристик радиотехнических цепей. Главная задача - усвоение основных методов анализа и синтеза сигналов в линейных радиоцепях, овладение навыками измерений временных и частотных характеристик линейных цепей.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

1. Общие сведения о радиотехнических цепях, параметры электрических цепей, классификация цепей.
2. Идеализированные пассивные элементы: резистивные, емкостные и индуктивные. Дуальные элементы и цепи. Идеализированные активные элементы: источники напряжения, источники тока, схемы их замещения. Управляемые источники тока и напряжения. Топология цепей: ветви, узлы. Компонентные и топологические уравнения. Законы Кирхгофа.
3. Общие сведения о гармонических колебаниях. Векторные диаграммы. Символический метод. Анализ простейших линейных цепей при гармоническом воздействии. Энергетические процессы в простейших линейных цепях при гармоническом воздействии.
4. Методы формирования уравнений электрического равновесия. Расчет цепей, основанный на непосредственном применении законов Кирхгофа. Метод контурных токов и узловых напряжений. Метод переменных состояний.
5. Разложение периодической функции в ряд Фурье. Тригонометрическая и экспоненциальная формы ряда Фурье. Тригонометрическая и экспоненциальная формы ряда Фурье. Дискретные спектры, распределение мощности в спектре периодического сигнала.
6. Спектральный анализ непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье Физический смысл спектральной плотности сигнала. Свойства преобразова-

ния Фурье. Спектральные плотности абсолютно неинтегрируемых сигналов. Частотный коэффициент передачи линейной цепи. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Переходная и импульсная характеристики линейной цепи. Интеграл наложения. Связь импульсной характеристики с частотным коэффициентом передачи. Дифференцирующие и интегрирующие устройства. Преобразование Лапласа, свойства преобразования Лапласа. Теорема разложения. Операторный метод анализа линейных цепей

7. Линейные системы с обратной связью. Коэффициент передачи линейной системы с обратной связью. АЧХ и ФЧХ системы с обратной связью. Примеры использования систем с обратной связью. Устойчивость линейных систем. Критерии устойчивости

**Форма текущей аттестации:** защита лабораторных работ, курсовая работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ПК-1, ПК-2

### **Б1.Б.16 Методы математической физики**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины – изучение аналитических (точных и приближенных) и численных методов решения линейных и нелинейных уравнений в частных производных, возникающих в задачах современной физики.

Задачи дисциплины:

- Формулировка физических задач, приводящих к дифференциальным уравнениям с частными производными
- Основы теории обобщенных функций и их использования для построения фундаментальных решений дифференциальных уравнений с частными производными
- Метод функций Грина решения задачи Коши для гиперболических, параболических и эллиптических уравнений
- Метод разделения переменных решения краевых задач для уравнений с частными производными
- Теория Штурма-Лиувилля и основные специальные функции математической физики
- Современные компьютерные методы численного решения краевых задач для уравнений с частными производными
- Анализ нелинейных уравнений математической физики методами автомодельного решения и редукцией на конечномерный базис

Место учебной дисциплины в структуре АОП: (цикл, к которому относится дисциплина)

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение в предмет. Понятие дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Классификация уравнений, приведение к каноническому виду.

Физические задачи, приводящие к уравнениями гиперболического типа. Постановка краевых задач, предельные случаи краевых задач. Колебания бесконечной струны, формула Даламбера, полубесконечная струна. Решение краевой задачи в рамках метода разделения переменных. Понятие собственных функций и собственных значений, их свойства. Решение неоднородного уравнения параболического типа, понятие функции Грина. Решение общей краевой задачи.

Физические задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Постановка краевых задач, предельные случаи краевых задач Метод разделения переменных для уравнений параболического типа. Неоднородные параболические уравнения, функция

Грина для уравнений параболического типа, общая краевая задача. Задача на бесконечной прямой, функция Грина уравнения теплопроводности в бесконечном пространстве.

Понятие обобщенной функции. Дельта функция и ее свойства. Дифференциальное уравнение для функции Грина, построение функции Грина с помощью дельта функции. Физические задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Постановка краевых задач. Уравнение Лапласа и Пуассона. Понятие и свойства гармонических функций. Формулы Грина. Построение функций Грина для эллиптических уравнений. Теория потенциала. Уравнение Гельмгольца, формулы Грина для уравнения Гельмгольца. Функция Грина для уравнения Гельмгольца в ограниченной и неограниченной области. Колебания круглой мембраны, функции Бесселя и их свойства. Колебания сферического объема, полиномы Лежандра и их свойства.

Нелинейные уравнения. Уравнение Римана и его решение. Уравнение Кортевега де Вриза. Решение в виде распространяющихся уединенных волн. Солитоны.

Основные понятия, сетка и сеточные функции. Разностная аппроксимация производных, разностные схемы для уравнений с частными производными. Устойчивость разностной схемы.

**Формы текущей аттестации:** практические задания, коллоквиум, контрольная работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1, ОПК-2

### **Б1.Б.17 Численные методы и математическое моделирование**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью и задачей учебной дисциплины является изучению методов математической формализации физических задач и приведения их к виду, пригодному для вычислений, изучение вычислительных алгоритмов для задач математической физики и радиофизики, алгоритмов для моделирования и применения случайных величин

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Этапы решения прикладных задач на ЭВМ. Примеры организации вычислительного процесса. Моделирование переходных процессов на основе дифференциальных уравнений. Одношаговые методы. Моделирование переходных процессов на основе дифференциальных уравнений. Многошаговые методы. Моделирование процессов в частотной области. Интегрирование осциллирующих функций. Гармонический анализ процессов. Моделирование процессов в частотной области. Гармонический синтез процессов. Метод Монте-Карло. Решение уравнений в частных производных. Методы одномерной и многомерной нелинейной оптимизацию.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы, коллоквиум, контрольная работа

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ПК-3

### **Б1.Б.18 Безопасность жизнедеятельности**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Основная цель преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» - приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков по безопас-



ной жизнедеятельности на производстве и в быту, как в повседневной жизнедеятельности, так и в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного и природного происхождения.

Дополнительная цель – привитие элементарных навыков в использовании индивидуальных средств защиты от техногенных воздействий и оказании первичной доврачебной помощи пострадавшим.

Задачи дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»:

- получение основополагающих знаний в следующих сферах жизнедеятельности:
- охране здоровья и жизни людей в сфере профессиональной деятельности;
- защите в чрезвычайных ситуациях и в быту;
- охране окружающей среды;
- прогнозированию и моделированию последствий производственных аварий и катастроф;
- разработке технических средств и методов защиты окружающей среды и эффективных малоотходных технологий.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Раздел 1. Введение.

Цель, задачи и содержание дисциплины. Ее место и роль среди других наук и в подготовке специалиста. Комплексный характер дисциплины: психологические возможности человека, социальные, экологические, технологические, правовые и международные аспекты. Основные понятия науки о безопасности жизнедеятельности. Проблема обеспечения безопасности человека в системе «человек - среда обитания». Опасные и вредные факторы производственной среды. Физические, химические, биологические и психофизиологические опасности. Условия обеспечения безопасности и здоровья человеку на производстве и в быту (безопасное технологическое оборудование, безопасные рабочие места, правовое и организационное регулирование труда).

Раздел 2. Комфортные и допустимые условия жизнедеятельности.

Микроклимат и воздушная среда рабочей зоны. Влияние микроклимата на работоспособность человека. Нормирование параметров микроклимата в конкретном производстве. Тепловые излучения и влияние их на организм человека. Нормирование тепловых излучений. Адаптация и акклиматизация в условиях перегревания и переохлаждения. Действие вредных веществ на организм человека в конкретном производстве. Нормирование концентрации вредных веществ в воздушной среде рабочей зоны. Методы контроля состояния воздушной среды. Производственное освещение. Характеристика электрических источников света и осветительных приборов. Естественное и совмещенное освещение в производственных цехах. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Естественная и механическая вентиляция. Производственный шум. Источники шума и шумовые характеристики в конкретном производстве. Производственная вибрация. Физические характеристики и измерение вибраций в конкретном производстве. Характеристика и опасность совместного воздействия вибраций, шума, ультразвука и инфразвука.

Раздел 3. Электробезопасность.

Действие электрического тока на организм человека. Опасность поражения в различных электрических сетях. Заземление и зануление. Классификация помещений по электробезопасности. Квалификационные группы персонала по электробезопасности. Напряжение шага, прикосновения. Защитные меры в электроустановках. Защитные средства, применяемые в электроустановках. Защитная изоляция: виды, роль в обеспечении электробезопасности, критические параметры. Защита от статического электричества. Организационные и технические мероприятия при эксплуатации электроустановок. Средства индивидуальной защиты.

Раздел 4. Радиационная безопасность.

Основные понятия, определения, единицы измерения в области радиационной безопасности. Фоновое облучение человека. Нормирование ионизирующих излучений. Защита от воздействия ионизирующего излучения на производстве. Средства индивидуальной защиты. Защита от лазерных излучений. Применение лазеров в технологических процессах. Биологическое действие лазерного излучения: воздействие на глаза, кожу, внутренние органы и организм человека в целом. Опасные и вредные производственные факторы, сопутствующие эксплуатации лазеров. Основные способы и средства защиты от лазерного излучения: экранирование, блокировка, сигнализация, удаление рабочих мест из лазерно-опасной зоны. Средства индивидуальной защиты.

Раздел 5. Пожаробезопасность и взрывобезопасность.

Причины возникновения пожаров и взрывов в помещениях и в производственных процессах. Опасные факторы при пожарах и взрывах. Основные сведения из теории естественного окисления, теплового самовоспламенения и цепных реакций. Самовоспламенение смеси газов, воспламенение жидкости, вспышка паров. Оценка пожароопасности веществ и материалов. Предупреждение взрывов и пожаров. Ликвидация их последствий. Показатели пожароопасности. Классификация зданий и помещений по пожарной (взрывной) опасности. Прогнозирование пожаров и взрывов. Пожарная безопасность в технологических процессах конкретных производств. Системы и средства пожаротушения, пожарной автоматики и сигнализации. Средства индивидуальной защиты.

Раздел 6. Защита от электромагнитных полей высокой и сверхвысокой частоты.

Основные понятия и определения. Физические характеристики электромагнитных полей (ЭМП). Воздействие электромагнитных полей на организм человека. Тепловой и функциональный эффект. Органы человека с повышенной чувствительностью к ЭМП. Организационные, технические и санитарно-гигиенические меры защиты от электромагнитных излучений в конкретном производстве. Нормирование интенсивности ЭМП. Расчет интенсивности ЭМП на рабочих местах в зависимости от параметров источника излучения и среды. Определение границ опасной зоны.

Раздел 7. Оптимизация параметров рабочих мест.

Виды и формы деятельности. Энергетические затраты при различных формах деятельности. Определение категории тяжести труда. Способы оценки тяжести и напряженности трудовой деятельности. Работоспособность и ее динамика. Пути повышения эффективности трудовой деятельности. Эргономические основы безопасности жизнедеятельности.

Правила эвакуации лиц, пострадавших на пожарах, в газоотравленных зонах, при отравлениях.

Раздел 8. Техногенные и природные чрезвычайные ситуации.

Прогнозирование параметров и оценка обстановки при ЧС. Защитные мероприятия при ЧС. Ликвидация последствий ЧС. Защита от терроризма.

Раздел 9. Способы и средства оказания доврачебной помощи.

Способы и средства оказания доврачебной помощи на производстве и в быту. Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока и при других несчастных случаях, возникающих при чрезвычайных ситуациях: ранение, ожоги, обморожения, переломы, вывихи, растяжения связок. Условия успеха при оказании первой помощи: быстрота оказания помощи, обученность персонала методам оказания первой медицинской помощи и др.

**Форма текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-9

**Б1.Б.19 Физическая культура и спорт****Цели и задачи учебной дисциплины:**

Развитие способности использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Физическая культура в профессиональной подготовке студентов

Социально-биологические основы адаптации организма человека к физической и умственной деятельности

Образ жизни и его отражение в профессиональной деятельности

Общая физическая и спортивная подготовка студентов в образовательном процессе

Методические основы самостоятельных занятий физическими упражнениями и самоконтроль в процессе занятий

Профессионально-прикладная физическая подготовка (ППФП)

**Форма текущей аттестации:** сдача нормативов

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОК-8

**Б1.Б.20 Астрофизика****Цели и задачи учебной дисциплины:**

Курс предназначен для студентов физического факультета, обучающихся по направлению "Радиофизика", с целью изучения основных методов получения и интерпретации наблюдательных данных по исследованию природы космических тел и их развития во времени и пространстве.

Задачи курса – познакомить студентов с современными способами получения информации о небесных телах, а также со сферой практического использования этих данных. При этом уделяется особое внимание рассмотрению наиболее важных задач, которые решаются в радиоастрономии.

В результате изучения курса студенты должны иметь ясные представления о центральных проблемах современной астрофизики и радиоастрономии, об основных методах исследования небесных тел, овладеть знаниями о физических процессах, происходящих в космическом пространстве, о возможностях и достижениях современной астрофизики.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

1. Введение. Предмет и задачи астрофизики.
2. Методы астрофизических исследований..
3. Физические свойства звезд.
4. Основные уравнения теоретической астрофизики.
5. Солнце. Солнечная система.
6. Эволюция звезд. Элементы релятивистской астрофизики
7. Межзвездная среда.
8. Галактика и Метагалактика.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1

**Б1.В.02 Атомный спектральный анализ****Цели и задачи учебной дисциплины:**

практикум предназначен для студентов физического факультета, изучающих теоретический курс «Атомная физика». На практикуме студенты получают знания по основам современной теории излучения света атомами, физическим, аппаратным и методическим основам современного спектрального анализа, базирующегося на явлениях эмиссии, абсорбции и излучении света атомами. Рассматриваются современные спектральные приборы (как призменные, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона. Студенты осваивают методики качественного и полуколичественного спектральных анализов

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

1. Введение
2. Эмиссионный спектральный анализ
3. Оборудование для проведения спектрального анализа
4. Качественный спектральный анализ
5. Полуколичественный спектральный анализ

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-1

**Б1.В.01 Основы теории микроэлектронных схем****Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование представления об основах построения, анализа и синтеза электронных схем в элементной базе изделий интегральной техники (ИЭТ), а также методах их использования в устройствах обработки информации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основы функционирования, построения и проектирования микроэлектронных схем;

уметь: синтезировать интегральные устройства в рамках задаваемых требований ТЗ, используя передовые схемотехнические приемы для достижения оптимальных результатов;

владеть: навыками моделирования ИЭТ средствами современных пакетов САПР.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Введение. Электровакуумные и полупроводниковые приборы. Раздел 2. Линейные электронные устройства. Раздел 3. Аналоговые интегральные схемы. Раздел 4. Прецизионные АИС. Раздел 5. Генераторы электрических сигналов. Раздел 6. Источники питания интегральных схем.

**Формы текущей аттестации:** защита лабораторных работ, курсовая работа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1 ПК-2, ПК-3

## **Б1.В.02 Спецпрактикум**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель освоения дисциплины заключается в формировании минимума физических, системо-теоретических и фактических знаний, которые должны обеспечить возможность понимать и анализировать процессы, происходящие в радиоэлектронных цепях различного назначения, умение оценивать влияние на них конструкции и технологии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать** теоретические основы физики колебаний и волн, принципы возбуждения и распространения электромагнитных волн, методы обработки сигналов, основные принципы, законы построения и функционирования электронных систем;

**уметь** пользоваться основными методами описания колебательных и волновых процессов в системах различной физической природы, методами расчета радиотехнических и электронных систем, пользоваться основными понятиями, законами и моделями радиофизики;

**владеть** экспериментальными методами исследования колебательно-волновых систем, методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической радиофизической информации.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Стационарные параметры и характеристики линейных цепей. Методы расчёта линейных цепей. Раздел 2. Переходные характеристики линейных цепей. Раздел 3. Четырёхполюсники. Раздел 4. Цепи с распределенными параметрами. Раздел 5. Нелинейные цепи и цепи с переменными параметрами. Раздел 6. Электрические цепи с вакуумными электронными лампами. Раздел 7. Электрические цепи, содержащие транзисторы. Раздел 8. Основы теории обратной связи. Раздел 8. Зависимость параметров транзисторов от частоты. Раздел 9. Генераторы гармонических сигналов. Раздел 10. Релаксационные генераторы.

**Формы текущей аттестации:** защита лабораторных работ

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-3

## **Б1.В.03 Элементная база и проектирование интегральных схем**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель изучения дисциплины «Элементная база и проектирование интегральных схем» заключается в формировании комплекса знаний в области современных средств и методов разработки как отдельных элементов ИС так и законченных микроэлектронных блоков и узлов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** принципы и методы выбора форм и размеров элементов современных микросхем, средства разработки конструкций перспективных микросхем и оценки их показателей качества с учетом действия дестабилизирующих факторов.

**Уметь:** обосновать форму отдельных элементов, выполнять необходимые проектные расчёты конструкций, принимать обоснованные решения по компоновке кристаллов.

**Владеть:** современными подходами к схемотехническому и топологическому этапам проектирования.

**Краткое содержание учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Введение. Классификация микросхем. Раздел 2. Типовые элементы современных микросхем. Раздел 3. Особенности субмикронных элементов. Раздел 4. Средства и маршрут проектирования. Раздел 5. Схемотехника цифровых микросхем. Раздел 6. Схемотехника базовых структур аналоговых ИС. Раздел 7. Топологическая реализация схемотехнических решений.

**Формы текущей аттестации:** защита лабораторных работ

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

**Б1.В.04 Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

изучение принципов технологии изготовления различных классов изделий твердотельной электроники, маршрутных технологических процессов, широко используемых в них технологических операций и оборудовании. Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные для выполнения курсовых и дипломных работ. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание дисциплины Б3.В.ДВ.6.1 Материалы микро- и наноэлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные классы полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, основные и вспомогательные материалы, применяемые для их изготовления, широко используемые технологические операции и методы пАОПерационного изготовления изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, методы контроля параметров технологических операций.

уметь: устанавливать зависимость контрольных параметров технологических операций от их режимов; измерять, рассчитывать, контролировать основные параметры технологических операций; составлять технологические маршруты изготовления изделий микроэлектроники.

владеть: сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Введение. Основные термины и понятия в области технологии производства изделий твердотельной электроники. Классификация и основные этапы технологии изготовления интегральных микросхем. Раздел 2. Механическая обработка полупроводниковых и диэлектрических материалов. Шлифование и полирование полупроводниковых материалов. Травление полупроводников. Основные понятия, способы травления. Раздел 3. Диффузионные процессы в полупроводниках. Распределение примеси при диффузии. Способы проведения диффузионных процессов. Раздел 4. Методы эпитаксиального наращивания. Получение эпитаксиальных гетеропереходов. Оборудование для эпитаксиального выращивания пленок. Сравнение газотранспортной, жидкофазной, МОС-гидридной и молекулярной эпитаксии. Раздел 5. Электронно-ионная технология. Дефекты, вносимые электронно-ионной обработкой, их устранение. Раздел 6. Способы формирования топологии ИМС-структур. Проекционная фотолитография, электронно-лучевая литография и рентгенолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны. Дефекты микросхем, связанные с литографическими процессами. Раздел 7. Способы получения тонких пленок в техно-

логии ИС. Создание невыпрямляющих (омических) контактов. Создание тонкопленочных пассивных элементов. Раздел 8. Диэлектрические пленки в технологии твердотельной электроники. Получение МДП-структур. Комплементарные пары МОП-транзисторов. Раздел 9. Сборка и испытание изделий твердотельной электроники.

**Формы текущей аттестации :** защита лабораторных работ.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.В.05 Физические основы наноэлектроники**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины состоит в формировании систематических знаний и фундаментальных принципов, определяющих структуру квантовых низкоразмерных систем, а также в изучении явлений и процессов в наноструктурах, использующихся при разработке элементов и приборов наноэлектроники. При изучении курса ставятся следующие основные задачи: получение представлений о физических идеях и принципах современной наноэлектроники; формирование комплекса теоретических знаний о физических свойствах наноэлектронных систем, важнейших физических процессах и явлениях, составляющих фундаментальную основу наноэлектроники; знакомство с существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения наноэлектронных структур.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Размерное квантование. Основные типы наноструктур и их квантово-механические модели. Квантовый конфайнмент и размерность электронной системы. Размерное квантование. Условия наблюдения квантово-размерных эффектов. Элементарные наноструктуры: квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки, полупроводниковые сверхрешетки и их квантово-механические модели. Раздел 2. Электронные свойства квантовых наноструктур. Энергетический спектр и волновые функции двумерного (2D), одномерного (1D) и нульмерного (0D) электронного газа. Описание электронных состояний методом огибающей. Основные типы и энергетический спектр сверхрешеток. Модулированное легирование. Полевые транзисторы на электронах с высокой подвижностью. Статистика носителей заряда в системах пониженной размерности. Размерная осцилляция плотности квантовых состояний и физических свойств 2D- электронного газа. Раздел 3. Кинетические эффекты в наноструктурах; Квантовый эффект Холла. Кинетические явления в двумерных структурах и сверхрешетках. Квантование Ландау и осцилляции Ванье - Штарка. Целочисленный квантовый эффект Холла (ЦКЭХ). Условия наблюдения и результаты эксперимента. Проявление мировых постоянных ( $e$ ,  $h$ ). Эффекты локализации и их роль в ЦКЭХ. Аргументы Лафлина. Дробный квантовый эффект Холла и его интерпретация. Структура квантовой жидкости как основного сильно коррелированного состояния двумерного электронного газа в сильном магнитном поле и свойства ее элементарных возбуждений. Дробные заряды и композитные фермионы. Раздел 4. Интерференционные и мезоскопические эффекты в наноструктурах. Баллистический транспорт. Мезоскопические системы. Транспорт носителей в узких каналах и квантование проводимости. Квантовый точечный контакт. Роль контактов для наноструктур. Квантово-интерференционные явления и учет мезоскопических эффектов. Баллистический транспорт. Приборы на основе баллистического транспорта. Раздел 5. Оптические свойства квантовых наноструктур. Гетеролазеры на квантовых ямах и квантовых точках. Оптика квантовых структур. Вероятность перехода в поле электро-

магнитной вол-ны. Правила отбора. Возможность управления оптическими параметрами в широких пре-делах. Фотонные кристаллы. Возможность реализации лазерной генерации в непрерыв-ном режиме при комнатной температуре. Каскадные лазеры на междузонных переходах в системе квантовых ям и квантовых точек.. Раздел 6. Резонансное туннелирование и при-боры на его основе. Вывод условий для реализации туннелирования с единичной вероятностью. Эффект резонансного туннелирования в двухбарьерной структуре с квантовой ямой и в многобарьерных квантовых структурах. ВАХ двух- и многобарьерных структур. Приборы на основе резонансного туннелирования. Раздел 7. Туннелирование в условиях кулоновской блокады. Одноэлектроника. Запирание туннельного тока за счет увеличения кулоновской энергии системы при добавлении одного электрона. Условия наблюдения эффекта. ВАХ асимметричного туннельного контакта без затвора. Механизм образования ступеней. Одноэлектронный транзистор. Устройства на основе одноэлектронных транзисторов. Новые типы электронных схем. Раздел 8. Магнитные наноструктуры. Спинтроника. Перспективы нанoeлектроники. Гигантское магнетосопротивление наноструктур, состоящих из чередующихся магнитных и немагнитных слоев; элементы записи, хранения и считывания информации. Инжекция спиновых токов как основа нового класса приборов; квантовый компьютер.

**Формы текущей аттестации:** опрос.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ПК-3

### **Б1.В.06      Микросхемотехника**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование представления об основах построения, функционирования, и методах проектирования цифровых ИС, научить анализировать их структуру, выполнять синтез цифровых автоматов по заданному логическому описанию их поведения и использовать цифровые технологии для реализации микро- и нанoeлектронных вычислительных устройств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: логические и схемотехнические основы цифровых технологий, методы описания режимов функционирования логических элементов и функциональных блоков цифровых устройств, а также основные приемы их схемотехнической реализации;

уметь: использовать карты минтермов для минимизации логических выражений, выполнять оптимальное проектирование функциональных блоков ЦУ К– и П–типа, использовать словарные преобразования при построении цифровых автоматов;

владеть: навыками выбора и построения оптимальных структурных схем ЦУ при выполнении заданных требований ТЗ.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из шести разделов. Раздел 1. Введение. Основы булевой алгебры. Раздел 2. Типы и параметры логических элементов. Раздел 3. Цифровые структуры комбинационного типа. Раздел 4. Цифровые структуры последовательностного типа. Раздел 5. Запоминающие устройства. Раздел 6. Микропроцессорные системы.

**Формы текущей аттестации:** защита лабораторных работ

**Форма промежуточной аттестации:** зачет с оценкой.

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2



## **Б1.В.07 Компьютерное моделирование в микроэлектронике**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью дисциплины Компьютерное моделирование в микроэлектронике является получение студентами необходимых знаний и навыков в применении компьютерных технологий при формировании представлений и знаний о методах математического моделирования процессов в микроэлектронике, принципах построения и функционирования систем математического моделирования физических и технологических процессов. Основной задачей спецкурса является усвоение студентами методологии математического моделирования, методики построения моделей различных физических и технологических процессов и синтеза сложных математических моделей на базе элементарных моделей.

Студенты должны быть готовы использовать полученные в этой области знания, как при изучении смежных дисциплин, так и в профессиональной деятельности, в частности при проектировании, реализации и применении изделий микроэлектроники.

#### **Задачи дисциплины:**

изучение основных физических явлений, используемых в процессах формирования элементов интегральных схем, принципов численного моделирования технологических процессов и математических моделей основных технологических операций;  
 формирование знаний в области достижений отечественной и зарубежной науки и техники в области моделирования технологических процессов микроэлектроники;  
 формирование навыков по проведению численного моделирования процессов формирования основных полупроводниковых структур, технологических маршрутов и отдельных технологических операций, анализу, систематизации и обобщению полученных расчетных данных, подготовки материалов для составления отчетов;  
 освоение на практике методов разработки и исследования технологии производства изделий микроэлектроники на базе программных средств математического моделирования технологических процессов и современных компьютерных технологий.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Принципы компьютерного моделирования в микроэлектронике. Физическое и математическое моделирование процессов в микроэлектронике как инструмент оптимизации параметров ИС и фундамент современных компьютерных систем компьютерного моделирования в микроэлектронике. Раздел 2. Компьютерное моделирование процесса термического окисления и сегрегации примесей при окислении. Кинетика термического окисления. Одномерная модель Дила-Гроува. Модель Массуда. Зависимость параметров окисления кремния от режимов и параметров подложек. Окисление поликремния. Компьютерное моделирование локального окисления. Моделирование структуры «птичий клюв». Компьютерное моделирование сегрегации примеси на границе раздела SiO<sub>2</sub>-Si Раздел 3. Моделирование процесса термической диффузии. Уравнения диффузии Фика. Аналитические методы расчета диффузионных профилей на основе второго уравнения Фика. Диффузия в неограниченном теле с произвольным начальным распределением примеси. Компьютерное моделирование диффузии в полуограниченном теле с отражающей и связывающей границами. Диффузия из постоянного (бесконечного) источника в полуограниченное тело. Диффузия из слоя конечной толщины с отражающей границей и равномерным начальным распределением примеси. Диффузия из бесконечно тонкого слоя заданной мощности в полуограниченное тело. Диффузия из примесного слоя с начальным erfс-распределением. Компьютерное моделирование диффузии из ограниченного твердого тела со связывающими границами при равномерном начальном распределении примеси. Диффузия в ограниченное тело из постоянного (бесконечного) источника. Компьютерное моделирование многомерных задач диффузии примеси в

твердом теле. Диффузия под край окисной маски, диффузия через щель в окисной маске. Диффузия через прямоугольное окно в прямоугольной маске. Аналитическая модель диффузионного перераспределения в окислительной среде. Компьютерное моделирование задач диффузии в инертной и окислительной средах методом конечных разностей. Методы аппроксимации второго уравнения Фика, граничных и начальных условий. Раздел 4. Компьютерное моделирование ионной имплантации. Основы теории ЛШШ. Энергетические потери ускоренных ионов в аморфном твердом теле. Средний полный пробег, средний нормальный пробег и страгглинг нормального пробега ускоренных ионов в твердом теле. Моделирование одномерных распределений ионно-имплантированных примесей в однородной аморфной мишени. Метод Монте-Карло. Метод кинетического уравнения Больцмана. Гауссовские распределения: усеченная и неусеченная гауссианы. Сопряженная гауссиана. Распределение Пирсон-4. Компьютерное моделирование распределений ионно-имплантированных примесей в разориентированных кристаллических мишенях. Компьютерное моделирование многомерных задач распределений ионно-имплантированных примесей. Построение распределений ионно-имплантированных примесей в многослойных структурах. Компьютерное моделирование диффузионного перераспределения ионно-имплантированных примесей. Раздел 5. Компьютерные методы моделирования электрофизических параметров. Методы моделирования распределений тепловых, электростатических, электромагнитных и других полей. Компьютерные методы расчетов параметров диффузионных структур. Компьютерные методы расчетов параметров ионно-имплантированных структур.

**Формы текущей аттестации:** защита лабораторных работ

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций** ОПК-3, ПК-3

### **Б1.В.08 Элективные дисциплины по физической культуре и спорту**

1. **Цели и задачи учебной дисциплины:** Дисциплина содержит формирование физической культуры личности и способности направленного использования методов и средств физической культуры и спорта для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

**Цель учебной дисциплины** – формирование физической культуры личности и способности направленного использования методов и средств физической культуры и спорта для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

**Задачи учебной дисциплины:**

- обеспечение понимания роли физической культуры в развитии личности и подготовке ее к профессиональной деятельности.
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, потребности в регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом.
- способствование адаптации организма к воздействию умственных и физических нагрузок, а также расширению функциональных возможностей физиологических систем, повышению сопротивляемости защитных сил организма.
- овладение методикой формирования и выполнения комплекса упражнений оздоровительной направленности для самостоятельных занятий, способами самоконтроля при выполнении физических нагрузок различного характера, правилами личной гигиены, рационального режима труда и отдыха.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Общефизическая подготовка. Методические основы овладения умениями и навыками техники в отдельных видах спорта.

Профессионально-прикладная физическая подготовка.

Легкоатлетическая подготовка

Специальная физическая подготовка (занятия по видам спорта)

**Форма текущей аттестации:** сдача нормативов

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

### **Б1.В.ДВ.1.1 Программирование микроконтроллеров**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные для освоения дисциплины Б3.В.ОД.9 Микросхемотехника, а также при выполнении курсовых и дипломных работ. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание дисциплины Б3.В.ОД.7 Основы теории микроэлектронных схем.

Целью освоения учебной дисциплины «Программирование микроконтроллеров» является формирование компетенций у бакалавров и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение в программирование микроконтроллеров.

Обмен данными в микроконтроллерных системах. Программно-аппаратные средства микроконтроллерных систем. Адресное пространство. Flash-память программ. ОЗУ. Периферийные модули. Регистры специального назначения. 16-разрядный RISC ЦП. Режимы адресации. Система команд. Контроллер DMA. Обработка прерываний. Принципы построения устройств с низким энергопотреблением.

Соединение с датчиками физических величин. Цифровые входы/выходы. Организация обмена данными через параллельную шину. Подключение ЖКИ, алгоритм инициализации, драйвер. Соединение с внешними устройствами через последовательный интерфейс USART. Преобразователи UART/USB/POL. Схемы подключения и особенности использования. Последовательная шина I2C. Расширение портов ввода/вывода. Структура PCA9538, схема подключения, драйвер. Соединение embedded-систем с IP-сетями. Архитектура модуля IIM7010a для аппаратной реализации стека протоколов TCP/IP. Подключение модуля IIM7010a к микроконтроллеру MSP430F1611. Режим прямой и косвенной шины, подключение по протоколу I2C. Программный драйвер для обмена данными по локальной сети Ethernet.

Цифровые датчики температуры TMP275 и освещенности TSL2561T. Принцип работы, внутренняя организация, схемы подключения, программные драйверы. Аналоговые датчики. АЦП12. Выбор аналогового порта. Генератор опорного напряжения. Режимы преобразований АЦП12. Датчик тока INA139, датчик влажности HIN4000. Принцип работы, внутренняя организация, схемы подключения, программные драйверы. Использование компаратора и таймера для работы с резистивными датчиками. Функционирование таймера А. Выбор источника тактирования. Управление режимом таймера. Блоки захвата/сравнения.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.1.2 Нейронные сети**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является формирование представления о методах моделирования, построения и обучения ИНС, показать преимущества нейрокомпьютеров при решении плохо формализуемых и эвристических задач, выявить аналогию функциональных возможностей ИНС и человеческого мозга.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать*: методы моделирования и обучения ИНС, основные категории решаемых задач, а также возможности современных нейропакетов при построении нейронных сетей;

*уметь*: производить оптимальный выбор нейросетевых парадигм для решения поставленных задач;

*владеть*: навыками проектирования структур ИНС при решении задач аппроксимации, прогнозирования и распознавания образов.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Введение. Электрические модели нейронов. Раздел 2. Математические модели нейронов. Раздел 3. Архитектура и обучение ИНС. Раздел 4. Многослойные ИНС прямого распространения. Раздел 5. Рекуррентные ИНС. Раздел 6. ИНС с самоорганизацией. Раздел 7. Методы реализации нейрокомпьютеров.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.1.3 Тренинг общения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья**

#### **Цели и задачи дисциплины:**

Цель: формирование комплекса знаний, умений и навыков, обеспечивающих готовность к совместной деятельности и межличностного взаимодействия субъектов образовательной среды вуза. Научить учащихся с ОВЗ правильно ориентироваться в сложном взаимодействии людей и находить верные решения в спорных вопросах.

Задачами дисциплины:

- отработать навыки диагностики и прогнозирования конфликта, управления конфликтной ситуацией, а также навыков ведения переговоров и управления переговорным процессом в образовательной среде вуза;
- формировать представления о различных подходах к разрешению конфликтов в образовательной среде вуза;
- осознание механизмов и закономерностей переговорного процесса;
- ставить задачи самоизменения в общении и решать их, используя полученный опыт;
- проектировать атмосферу для конструктивного взаимодействия.

**Место учебной дисциплины в структуре АОП:** Курс является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Средства и приемы коммуникации. Психологические основы общения. Деловое общение. Позиция в общении и принятие конструктивных решений. Система взаимоотношений между учащимися вуза и преподавателем высшей школы.

Индивидуальные особенности профессионально-личностного развития будущих специалистов с ОВЗ.

Роль психологической саморегуляции в поддержании конструктивного взаимодействия будущих специалистов с ОВЗ.

Техники развития конструктивного взаимодействия будущих специалистов с ОВЗ в основных психолого-педагогических направлениях психотерапии. Релаксация и медитация как методы психологической саморегуляции и разгрузки будущих специалистов с ОВЗ.

Методика аутотренинга в развитии конструктивного взаимодействия будущих специалистов с ОВЗ.

**Коды формируемых компетенций:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и АОП ВО по данному направлению подготовки: ОК-6; ОК-8, ОК-9.

**Формы текущей аттестации:** практические занятия

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**Б3.В.ДВ.2.1 Физика полупроводников****Цели и задачи учебной дисциплины:**

цель изучения дисциплины состоит в формировании комплекса знаний и навыков, необходимых для успешного использования достижений изучаемой области науки в практической деятельности. Основными задачами при изучении курса являются: получение представлений о физических идеях и принципах современной физики полупроводников; получение базового комплекса знаний о физических свойствах, процессах и явлениях (эффектах) в полупроводниках и особенностях полупроводниковых электронных систем; знакомство с существующими теориями различных физических явлений и основными областями применения полупроводниковых структур.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из восьми разделов. Раздел 1. Введение. Предмет и задачи курса. Краткий исторический очерк развития. Классификация твердых тел по физическим свойствам. Основные особенности полупроводников. Классификация полупроводниковых материалов. Модельные представления о проводимости в полупроводнике. Раздел 2. Основные положения зонной теории. Уравнение Шредингера для электрона в кристалле. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Функции Блоха. Расчет зонной структуры в приближениях слабой и сильной связи. Зоны Бриллюэна. Образование энергетических зон из локальных атомных уровней при различных типах химической связи. Особенности зонной структуры и закон дисперсии в реальных кристаллах (кремний, германий, арсенид галлия). Движение электрона в кристалле. Эффективная масса. Изоэнергетические поверхности. Типы и роль примесей в кристаллах. Метод эффективной массы и водородоподобные примесные центры. Раздел 3. Статистика равновесных носителей заряда в полупроводниках. Плотность квантовых состояний в зоне проводимости и валентной зоне. Функция распределения электронов и дырок. Уровень Ферми. Статистика и выражение для концентрации электронов и дырок в собственном полупроводнике. Энергия активации. Статистика и выражение для концентрации электронов и дырок в примесном полупроводнике.

ке. Закон действующих масс. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Уравнение электронейтральности. Температурные зависимости уровня Ферми и концентрации свободных носителей заряда. Раздел 4. Кинетические явления в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. Зависимость времени релаксации от энергии и температуры при различных механизмах рассеяния. Неравновесная функция распределения носителей заряда. Плотность тока и плотность потока энергии. Электропроводность полупроводников и ее температурная зависимость. Механизмы изменения концентрации свободных носителей в сильных полях. Эффект Ганна. Теплопроводность и термоэлектрические явления в полупроводниках. Коэффициент теплопроводности, обусловленной свободными носителями. Явления Зеебека, Пельтье и Томсона. Зависимость дифференциальной термо-ЭДС от температуры и степени легирования. Связи между термоэлектрическими коэффициентами. Термоэлектрическая эффективность. Гальвано- и термомагнитные эффекты в полупроводниках. Раздел 5. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Квазиравновесие, квазиуровни Ферми. Типы и механизмы рекомбинации. Уравнение непрерывности. Биполярная и монополярная генерация и рекомбинация. Максвелловское время релаксации. Линейная и квадратичная рекомбинация. Время жизни. Центры рекомбинации и ловушки. Рекомбинация носителей через локальные центры. Статистика Шокли-Рида. Зависимость времени жизни от положения уровня Ферми и температуры. Раздел 6. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Диффузионный и дрейфовый токи. Подвижность и коэффициент диффузии. Соотношение Эйнштейна. Пространственно-неоднородные неравновесные распределения носителей заряда. Уравнение диффузии. Диффузия в монополярном полупроводнике. Амбиполярные диффузия и дрейф. Длины диффузии и дрейфа. Раздел 7. Контактные явления в полупроводниках. Контактные явления в полупроводниках. Раздел 8. Внутренний фотоэффект. Кинетика фотопроводимости. Фотовольтаические эффекты: эффект Дембера, фотогальванический эффект (вентильный эффект на контакте Шоттки и *p-n*-переходе), ФЭМ-эффект. Раздел 9. Поверхностные свойства полупроводников. Понятие идеальной и реальной поверхности. Природа и классификация локализованных состояний, связанных с поверхностью. Приповерхностная область пространственного заряда (ОПЗ). Энергетическая диаграмма, основные параметры и разновидности приповерхностной ОПЗ полупроводника. Расчет параметров ОПЗ. Поверхностная проводимость и эффект поля.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б3.В.ДВ.2.2 Физика полупроводниковых приборов**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины состоит в формировании систематических знаний о принципах работы полупроводниковых приборов и физических процессах, определяющих их параметры. При изучении курса ставятся следующие основные задачи: изучение физических принципов работы полупроводниковых приборов и их основных параметров; связь между электрическими, конструктивными и электрофизическими характеристиками, знакомство с существующими и перспективными конструкциями, пути совершенствования и развития, математическое моделирование характеристик.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из семи разделов. Раздел 1. Введение. Диодные структуры. Диоды с р-п-переходом. Механизмы прохождения тока. Пробой р-п-перехода. Вольтамперные характеристики. Импульсные характеристики. Диоды с контактом металл-полупроводник. Раздел 2. Биполярные транзисторы. Принцип работы и статические характеристики. Конструкция планарного транзистора и его вольтамперные характеристики. Частотные свойства биполярных транзисторов. Переходные процессы в транзисторных ключах. Системы параметров транзисторов. Раздел 3. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. Принцип действия, выходная и передаточная ВАХ транзистора с управляющим р-п-переходом. Основные параметры и конструкции. Раздел 4. МДП транзисторы. Принцип действия и конструкции МДП-транзисторов. Вывод выражения для ВАХ МДП транзистора с индуцированным каналом. Дифференциальные низкочастотные параметры МДП транзисторов. Раздел 5. Туннельные приборы. Принцип действия. Туннельный диод, туннельный транзистор. Вольтамперные характеристики и конструкции. Раздел 6. Приборы на пролетных эффектах. Лавинно-пролетные диоды. Диоды Ганна. Принцип работы, основные параметры. Раздел 7. Оптоэлектронные приборы. Светодиоды и полупроводниковые лазеры. Принцип работы, конструкции. Фотодетекторы и солнечные батареи. Фотодиод, фоторезистор, солнечные элементы на р-п-переходах и на гетеропереходах. Конструкции, основные параметры.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.2.3 Тренинг учебного взаимодействия для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья**

**Цели и задачи дисциплины:** Цель: формирование комплекса знаний, умений и навыков, обеспечивающих готовность к совместной деятельности и межличностного взаимодействия субъектов образовательной среды вуза. Научить учащихся с ОВЗ правильно ориентироваться в сложном взаимодействии людей и находить верные решения в спорных вопросах.

Задачами дисциплины:

- отработать навыки диагностики и прогнозирования конфликта, управления конфликтной ситуацией, а также навыков ведения переговоров и управления переговорным процессом в образовательной среде вуза;
- формировать представления о различных подходах к разрешению конфликтов в образовательной среде вуза;
- осознание механизмов и закономерностей переговорного процесса;
- ставить задачи самоизменения в общении и решать их, используя полученный опыт;
- проектировать атмосферу для конструктивного взаимодействия.

**Место учебной дисциплины в структуре АОП:** (Курс является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

**Коды формируемых компетенций:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и АОП ВО по данному направлению подготовки (специальности): ОК-6; ОК-8, ОК-9

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

### **Б3.В.ДВ.3.1 Языки проектирования аппаратуры**

**Цели и задачи дисциплины:** Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные для освоения дисциплин «Элементная база и проектирование интегральных схем», «Физические основы микроэлектроники», а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

Цель – знакомство с основными понятиями дисциплин специализации, подготовка обучающихся к освоению дисциплин специализации, формирование целостного восприятия профессионального цикла дисциплин и осознания взаимосвязей между различными дисциплинами.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:* основные процессы изготовления полупроводниковых приборов, основные типы полупроводниковых приборов, принципы их работы и сферы применения; этапы проектирования интегральных схем.

*уметь:* анализировать ВАХ полупроводниковых приборов.

*владеть:* представлениями о взаимосвязи дисциплин специализации, о полном цикле изготовления интегральных схем.

*приобрести опыт деятельности:* проектно-конструкторской, научно-исследовательской.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Курс является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 Дисциплины (модули) подготовки обучающихся по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины:**

Введение. Назначение языков проектирования аппаратуры (HDL). Обзор основных HDL, HDL-компиляторы. Основы языка VHDL. Параллельное и последовательное выполнение операторов. Понятие процесса в VHDL. Присваивание с задержкой. Структура VHDL-модели: интерфейс и архитектура. Поведенческое и структурное описание модели в VHDL. Типы данных в VHDL. Атрибуты VHDL-сигналов. Операторы ветвления и циклов в VHDL. Оператор generate. Процедуры и функции. Драйверы сигнала, реализация монтажного ИЛИ. Функциональная верификация VHDL-описания. Особенности языка VHDL-AMS. Данные типа quantity. Простые quantity, across quantity, through quantity. Задание узлов terminal. Запись уравнений при помощи выражений simultaneous statement и simultaneous if statement. Задание начальных условий, оператор break. Связь между цифровой и аналоговой частью модели. Основы языка Verilog. Понятие процесса в Verilog, блокирующее и неблокирующее присваивание. Описание модуля в Verilog. Виды сигналов в Verilog: цепи и регистры. Операторы языка Verilog. RTL-описание цифровых ИС. Понятие синтезруемости HDL-описания. Синтезируемые подмножества языков VHDL и Verilog. Типовые поведенческие синтезируемые формы. RTL-синтез цифровой ИС по HDL-описанию.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-3, ПК-1, ПК-3

### **Б1.В.ДВ.3.2 Физические основы микроэлектроники**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**



Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные для освоения дисциплины «Элементная база и проектирование интегральных схем», а также при выполнении курсовых и дипломных работ. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание дисциплины «Основы теории микроэлектронных схем».

Цель – формирование целостного представления о разработке, изготовлении, испытании и принципах функционирования интегральных схем.

Задача дисциплины – изучение современных конструкций и методов проектирования интегральных микросхем, изучение особенностей современных технологических процессов микроэлектроники, способов контроля качества и надежности ИС, изучение физических явлений, лежащих в основе работы устройств микроэлектроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: физические принципы работы, современные конструкции и технологические маршруты изготовления ИС, этапы проектирования ИС, основные понятия теории надежности ИС, способы контроля качества ИС.

уметь: применять знания для схемотехнического и топологического проектирования отдельных блоков ИС.

владеть: навыками схемотехнического и топологического проектирования типовых узлов цифровых и аналоговых ИС.

приобрести опыт деятельности: научно-исследовательской и научно-инновационной.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из пяти разделов. Раздел 1. Введение: Предмет микроэлектроники. Основные термины и определения. Классификация ИМС по функциональному назначению, методам изготовления, степени интеграции. Этапы проектирования ИМС. Раздел 2. Интегральные схемы на биполярных транзисторах: Полупроводниковые интегральные резисторы. Диффузионные, пинч-, ионно-легированные резисторы, эквивалентные схемы, частотные свойства. Интегральные полупроводниковые конденсаторы. Диффузионные конденсаторы, конструкции и основные характеристики. Типы p-n переходов, барьерная емкость. МДП-конденсаторы, эквивалентные схемы. Интегральные биполярные транзисторы. Различия дискретных и интегральных транзисторов, способы изоляции, технология. Интегральные *p-n-p*-транзисторы, характеристики и топология. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы. Составные транзисторы в ИМС. Транзисторы с барьером Шоттки. Контакт металл-полупроводник. Конструкции транзисторов с барьером Шоттки. Частотные характеристики. Логические элементы на биполярных транзисторах, ТТЛ, ТТЛШ-логики. Интегральные диоды. Раздел 3. ИМС на МДП-транзисторах. Сравнительные характеристики МДП и биполярных ИМС. МДП-транзисторы с индуцированным и встроенным каналами. Принципы работы. Пороговое напряжение. Схемы включения МДП-транзисторов. Статические характеристики. Эквивалентная схема. Малосигнальные характеристики МДП-транзисторов. Особенности статических характеристик МДП-транзисторов с коротким каналом. Физические основы короткоканальных эффектов. Ограничения быстродействия МДП-транзисторов. Способы управления пороговым напряжением. Конструкции МДП-транзисторов. Масштабная миниатюризация МДП-транзисторов. КМОП-ИМС, преимущества, основные конструкции. КНИ-КМОП. Логические элементы на КМОП. Инвертор, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Основные характеристики. Топология. БиКМОП-ИМС. Технология. Логические элементы. Раздел 4. Качество и надежность ИС. Показатели качества. Виды и механизмы отказов ИМС. Расчет надежности. Раздел 5. Функциональная микроэлектроника. Определение. Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Устройства на основе ПЗС. Линии задержки. Устройства преобразования изображения. Фильтры. Физические основы функциональной акустоэлектроники. Предмет акустоэлектроники. Типы поверхностных акустических волн (ПАВ). Материалы акустоэлектроники. Способы возбуждения и управления ПАВ. Акустоэлектрический эффект. Приборы функциональной акустоэлектроники. Линии за-

держки. Фильтры. Акустооптические преобразователи изображения. Атенюаторы. Фазовращатели. Функциональные устройства на основе отрицательного объемного сопротивления. ОДП и ОДС. Диоды с S-образной ВАХ. Функциональные устройства на основе S-диодов.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.В.ДВ.4.1 Введение в Scilab**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины состоит в изучении программного математического пакета SCILAB.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные синтаксические конструкции языка, функции работы с управляемой графикой, функции для решения численных задач, символьные возможности.

уметь: применять полученные навыки работы с программой с целью использования полученных знаний для решения математических и физических задач, возникающих в процессе дальнейшего обучения студента и при работе по специальности.

владеть: навыками работы с пакетом системы компьютерной математики.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из шести разделов.

Раздел 1. Инструментарий SCILAB. Вычисление арифметических выражений в SCILAB.

Основные математические функции SCILAB.

Раздел 2. Операции над векторами. Манипулирование матрицами. Основные матричные операции.

Раздел 3. Двумерная графика. Трехмерная графика. Специальная и дескрипторная графика.

Раздел 4. М-файлы сценариев и функций. Основы программирования. Символьные массивы. Сложные типы данных.

Раздел 5. Численные методы. Решение уравнений в системе SCILAB.

Раздел 6. Разработка графического интерфейса пользователя (GUI). Создание внешнего вида интерфейса.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.4.2 Принципы и устройства сверхплотной записи информации**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Дисциплина формирует у студентов знания и умения, полезные при выполнении курсовых и дипломных работ. Для успешного освоения дисциплины необходимо знание дисциплины «Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем», «Микросхемотехника».

Цель – формирование представлений о многообразии современных устройств сверхплотной записи информации.

Задача дисциплины – знакомство с основными типами устройств сверхплотной записи информации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: основные типы и параметры и конструкции запоминающих устройств.

уметь: выбирать тип запоминающего устройства в соответствии с поставленной задачей.

владеть: информацией о перспективных направлениях развития запоминающих устройств.

приобрести опыт деятельности: научно-исследовательской.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из четырех разделов. Раздел 1. Введение. Классификация запоминающих устройств. Основные параметры запоминающих устройств. Раздел 2. Накопители на жестких магнитных дисках: Устройства считывания информации на основе эффекта гигантского магнитосопротивления. Устройства записи информации. Суперпарамагнитный предел. Продольная и перпендикулярная запись информации. Термоассистируемая магнитная запись (HAMR). Черепичная магнитная запись (SMR). Запись на структурированные носители информации (BPR). Раздел 3. Оптические системы записи информации. Конструкция оптических дисков CD, DVD, Blu Ray. Механизмы записи и считывания информации. Оптические системы формирования светового потока. Устройства записи-считывания информации. Долговечность оптических носителей информации. Магнитооптические диски. Системы записи информации на основе эффектов ближнего поля. Голографические запоминающие устройства. Принцип голографической записи. Материалы для голографической записи информации. Компоненты голографической памяти (источник излучения, дефлектор лазерного излучения, устройства ввода и считывания информации, объективы для преобразования Фурье). Технология компьютерно-синтезированных голограмм (CGH). Ограничения по быстродействию и плотности записи голографической памяти. Экспериментальные системы голографической записи. Раздел 4. Полупроводниковые устройства хранения информации. Оперативные запоминающие устройства. Общая структура ЗУ. Память DRAM и SRAM. Структура запоминающих ячеек. Периферийные устройства ОЗУ. Флеш-память. Транзисторы с плавающим затвором. Одноуровневые и многоуровневые запоминающие ячейки. Архитектура NOR и NAND. Твердотельные накопители (SSD). Магниторезистивная оперативная память (MRAM).

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.5.1 Технологические процессы сборки и герметизации изделий твердотельной электроники**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины – получение обучающимися теоретических знаний и практических навыков, позволяющих им ориентироваться в особенностях микросборки изделий твердотельной электроники.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение. Основные термины и понятия в области технологии производства изделий твердотельной электроники. Конструктивно-технологические основы сборки полупроводниковых изделий микроэлектроники

Разделение пластин на кристаллы. Оборудование для проведения скрайбирования. Материалы, используемые при монтаже кристалла в корпус. Приклеивание, типы клеев. Покрытия контактных площадок кристаллов и траверс корпусов для микросварки внутренних выводов. Оборудование для монтажа кристалла. Виды дефектов паяных соединений и причины их возникновения. Оборудование и инструменты для выполнения навесного монтажа.

Термокомпрессионная сварка. Ультразвуковая сварка. Микроконтактная сварка. Выбор материала для формирования выводов. Способы и технологии формирования шариковых/столбиковых выводов на кристаллах/корпусах для сборки методом «flip-chip». Оборудование для формирования выводов.

Конструкции корпусов. Материалы, используемые для изготовления корпусов: керамика, пластмасса, металл.

Защита кристаллов от внешнего воздействия. Бескорпусная и корпусная герметизация. Электро-термотренировка. Контроль электрических параметров полупроводниковых приборов. Методы контроля герметичности корпусов.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.5.2 Введение в программирование на языке С**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель дисциплины состоит в получении базовых представлений о языке программирования С, а также начальных навыков программирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: базовые типы данных, операции и приоритет их выполнения, правила вычисления выражений, синтаксические конструкции языка, основные библиотечные функции.

уметь: применять полученные знания при создании программных продуктов для учебной и профессиональной деятельности.

владеть: навыками работы с современными средами создания программ, средствами компилирования, компоновки и отладки.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из семи разделов.

Раздел 1. Введение. История возникновения языка С. Основные понятия.

Раздел 2. Алфавит языка. Лексические единицы.

Раздел 3. Типы данных. Простые типы данных. Типы определяемые пользователем.

Раздел 4. Выражения. Правила вычисления выражений. Операции. Приоритет операций.

Раздел 5. Операторы. Ветвления. Циклы.

Раздел 6. Функции. Прототипы. Аргументы и параметры. Классы памяти.

Раздел 7. Функции форматированного ввода-вывода. Функции динамического распределения памяти. Функции обработки строк. Файловые функции.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

### **Б1.В.ДВ.6.1 Физика МДП-систем**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель изучения дисциплины – подготовка студентов к самостоятельной работе по получению новых знаний в области физических основ МДП-электроники, необходимых для успешного использования достижений современной МДП-технологии в практической деятельности. При изучении курса ставятся следующие основные задачи: получение представлений о физических идеях и принципах современной МДП электроники; формирование комплекса теоретических знаний о физических свойствах МДП-структур, важнейших физических процессах и явлениях, составляющих теоретическую основу МДП-электроники; знакомство с существующими моделями, теориями различных физических явлений и основными областями применения МДП-структур.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Дисциплина состоит из девяти разделов. Раздел 1. Введение. МДП-электроника – основа современных информационных систем. Роль структур типа МДП в современной микро-электронике. Характерные размеры и требования к материалам, используемым в МДП-структурах. Перспективы развития МДП-технологии. Предмет и содержание курса. Раздел 2. Феноменологическая теория поверхности и приповерхностной ОПЗ полупроводников. Природа поверхности полупроводников. Поверхностные электронные состояния и их классификация. Область пространственного заряда (ОПЗ) вблизи поверхности. Разновидности ОПЗ и концентрация носителей заряда. Теория приповерхностной ОПЗ полупроводника. Заряд в поверхностных состояниях (ПС). Дифференциальная емкость, обусловленная перезарядкой ПС. Раздел 3. Физические основы теории МДП-структур. Теория идеальной МДП-структуры. Зонные диаграммы, зависимость поверхностного потенциала от напряжения на затворе, вольт-фарадные характеристики (ВФХ) на низкой частоте (НЧ) и высокой частоте (ВЧ). Реальные структуры. Заряды в окисле кремниевых МОП-структур. Влияние контактной разности потенциалов и других внешних факторов на напряжение плоских зон и ВФХ МДП-структуры. Эквивалентные схемы МДП-структур. Неравновесные процессы. Неравновесное обеднение в МДП-структурах. Механизмы релаксации инверсионного слоя. Нарушение равновесия при протекании тока. Механизмы токопрохождения в диэлектрических пленках МДП-структур. Раздел 4. Методы исследования электрофизических характеристик МДП-структур. Определение электрофизических параметров МДП-структуры методом ВЧ ВФХ. Определение типа проводимости, уровня и профиля легирования полупроводника, напряжения плоских зон и порогового напряжения, эффективного поверхностного заряда. Определение зависимости поверхностного потенциала от управляющего напряжения (калибровка ВФХ по поверхностному потенциалу). Методы определения энергетического распределения ПС. Автоматизация измерений. Определение темпа генерации, времени жизни, времени релаксации инверсионного слоя и скорости поверхностной рекомбинации методом Цербста. Другие методы определения генерационно-рекомбинационных характеристик МДП-структуры. Раздел 5. Механизмы нестабильности МДП-структур. Общая характеристика процессов нестабильности МДП-систем. Миграция ионов в диэлектрической пленке. Электронный захват на ПС и объемные ловушки в диэлектрике. Дипольная поляризация диэлектрика. Способы стабилизации свойств МДП-структур. Методы исследования нестабильности. Метод смещения ВФХ после термополевой обработки структуры. Метод динамических вольт-амперных характеристик (ДВАХ). Метод термостимулированной поляризации (ТСП) и его модификации. Раздел 6. Теория адмиттанса МДП-структур. Теория адмиттанса МДП-структуры. Адмиттанс моно-уровня и континуума ПС в идеализированной МДП-структуре. Туннельная модель адмиттанса при захвате носителей заряда на ловушки в диэлектрике. Флуктуационная модель адмиттанса в структурах, микронеоднородных по поверхностному потенциалу. Туннельно-флуктуационная модель адмиттанса. Слу-

чаи равномерного и экспоненциального распределения ловушек в подзатворном диэлектрике. Определение параметров ПС методом адмиттанса. Раздел 7. Квантовые свойства МДП-структур. Квантово-механическая модель приповерхностной ОПЗ полупроводника. Электрическое квантование. Критерии образования двумерного (2D) электронного газа. Методы расчета энергетического спектра двумерных носителей. Электрический квантовый предел. Плотность квантовых состояний и концентрация 2D-электронного газа. Свойства 2D-электронного газа в магнитном поле. Энергетический спектр и плотность состояний в идеальной системе. Учет разупорядоченности реальной структуры. Локализация электронных состояний в 2D-системе со случайным потенциалом. Перколяционная модель проводимости. Квантовый эффект Холла. Суть явления и основные эксперименты. Условия наблюдения и методика измерений. Качественная физическая интерпретация. Метрологические применения КЭХ. Квантовая метрология и фундаментальные физические константы. Раздел 8. МДП-транзисторы и приборы КМОП-технологии. Физика работы МОП-транзистора (МОПТ) и КМОП-технология. ВАХ МОПТ. Физические и технологические процессы, влияющие на характеристики МОПТ. Эффекты сильных электрических полей. МОПТ с коротким каналом. Эффекты короткого канала. Пути повышения быстродействия МОПТ. Особенности приборов КМОП-технологии. Цифровая техника и логические вентили. Интегральные схемы КМОП-технологии. Раздел 9. Применение МДП-структур. Энергонезависимые элементы памяти. Приборы с плавающим затвором и устройства со структурой МДОП и их применение. Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Основные параметры и режимы работы. Области применения ПЗС. Фотоэлектрические МДП-приборы. Перспективы развития МДП-электроники.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.В.ДВ.6.2 Радиофизические методы**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Учебная дисциплина «Радиофизические методы» ставит своей целью изучение физических основ радиофизики и применения радиофизических методов в различных областях науки и техники, медицине, экологии.

Основные задачи дисциплины:

- изучить экспериментальные основы радиофизики и рассмотреть явления, радиофизические методы, нашедшие свое применение в науке, технике, экологии и медицине;
- усвоить основные понятия радиофизики, основы радиофизических методов исследования и диагностики.

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Предмет и задачи радиофизики. Возможность практического применения радиофизических методов в экологии и медицине. Диапазоны радиоволн. Общая характеристика высокочастотно-термического анализа. Физические основы метода. Виды ячеек, применяемых при высокочастотном анализе. Эквивалентные электрические схемы ячейки. Физические процессы, происходящие при высокочастотном анализе. Скин-эффект. Факторы, влияющие на точность измерений. Экранирование. Методы компенсации радиоизлучению (анизотропные, активные, нелинейные). Диэлектриче-

ские и магнитные свойства биологических сред. Проницаемость биологических сред для радиоизлучения.

**Формы текущей аттестации:** практические задания

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-2

### **Б1.В.ДВ.7.1 Технологии управления цифровыми правами**

**Цели и задачи учебной дисциплины:** формирование знаний и умений, необходимых для защиты информации в микроэлектронике

#### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение. Понятие информации. Классификация видов информации. Понятие защиты информации. Особенности защиты информации в микроэлектронике.

Правовые основы защиты информации. Понятие правового режима информации. Классификация правового режима информации. Авторское право. Патент как метод защиты интеллектуальной собственности. Правовой режим коммерческой тайны. Понятие государственной тайны. Порядок отнесения сведений к государственной тайне, их засекречивание и рассекречивание. Ответственность за правонарушения в сфере защиты информации. Международное сотрудничество в сфере защиты информации. Международные соглашения о взаимной защите секретной информации.

Методы защиты от несанкционированного доступа. Особенности архитектуры современных электронно-вычислительных устройств для предотвращения несанкционированного доступа. Защита информации на уровне операционных систем. Специализированные программные средства для защиты информации: антивирусы, файерволлы, антитроянские программы. Криптография. Симметричные и асимметричные алгоритмы. Криптосистемы RSA, PGP, AES, Serpent, Twofish. ГОСТ Р 34.10-2012. Стеганография. Основные правила работы для защиты информации.

Методы передачи информации. Каналы связи. Классификация каналов связи. Применение криптографии для защиты сетей. Протоколы защиты: SSL, TLS, SSH, IPSec, VPN, PPTP, L2TP, WPA.

Защита информации при разработке микроэлектронных устройств. Организация удалённой работы. Форматы файлов баз данных для обмена данными по интегральным схемам и их топологиям: GDSII, MEBES, CIF, DXF. Программы обратного проектирования. Использование обратного проектирования для защиты интеллектуальной собственности.

**Формы текущей аттестации:** опрос

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-4, ПК-1

### **Б1.В.ДВ.7.2 Основы криптографии**

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

Познакомить студентов с основами шифрования и защиты информации. После прохождения курса студент должен знать основы методов шифрования информации с различным уровнем криптостойкости. Студент должен уметь программно реализовать вышеупомянутые методы.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Основы информационной безопасности и защита информации. История криптографии. Основные термины и определения. Классификация шифров. Шифры замены. Шифры перестановки. Шифры гаммирования. Комбинированные шифры. Шифрование с открытым ключом. Хеш-функции. Криптографические протоколы. Протоколы обмена ключами. Протоколы аутентификации (идентификации). Протоколы электронной цифровой подписи. Основы криптоанализа. Стеганография. Кодирование информации.

**Формы текущей аттестации:** опрос

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-4, ПК-1

**Б1.В.ДВ.7.3 Технические средства защиты интеллектуальной собственности****Цели и задачи учебной дисциплины:**

Изучение основ построения подсистем защиты информации в информационно-коммуникационных системах различного назначения, освоение принципов функционирования современных систем идентификации и аутентификации.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Концепция технической защиты информации. Информация как предмет защиты. Источники опасных сигналов. Технические каналы утечки информации. Методы добывания информации. Методы инженерной защиты и технической охраны объектов. Методы скрытия информации и ее носителей. Средства технической разведки. Средства предотвращения утечки информации по техническим каналам.

**Формы текущей аттестации:** опрос

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ОПК-4, ПК-1

**ФТД.В.01 Теория оптических систем телекоммуникаций****Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель курса «Теория оптических систем телекоммуникаций» является изучение основных системных вопросов построения телекоммуникационных сетей и внедрения в соответствующие сети цифровых систем коммуникации.

В результате изучения этой дисциплины студенты должны знать и уметь: доминирующие механизмы взаимодействия оптического излучения с твердыми телами, физические принципы работы фотоприемных элементов, излучающих диодов и лазеров, жидкокристаллических приборов и оптоэлектронных устройств; механизмы формирования шума в полупроводниковых элементах оптоэлектроники, методы их математического описания, а также экспериментальные возможности их определения; перспективы развития оптоэлектроники, связанные с применением новых материалов и технологий, а также новых физических явлений в твердых телах и оптике для целей развития элементной базы современной оптоэлектроники.

**Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение. Взаимодействие оптического излучения с твердыми телами. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и полупроводниковых приборах. Флуктуационные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах. Эмиссия излучения из



твердых тел. Жидкие кристаллы в оптоэлектронике. Аппаратура цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи.

**Формы текущей аттестации:** опрос

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1

## **ФТД.В.02 Программирование на языке Python**

### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

В дисциплине изучаются основные принципы работы с языком Python как универсальным мультипарадигменным языком высокого уровня с удобными структурами данных, методами программирования и отладки компактных эффективных программ.

Цель дисциплины – ознакомить студентов с основными принципами программирования на Python как подхода к построению программ, а также интеллектуальных веб-скриптов.

Задачи – приобретение студентами необходимых знаний о базовых концепциях программирования на Python, областях его применимости, конструкциях языка Python и технологии разработки программ на Python, а также умения проектировать и реализовывать веб-скрипты на языке Python. Основной целью данного элективного курса является формирование базовых понятий структурного программирования, развитие логики обучающихся.

### **Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины**

Введение. История языков программирования. Компиляция и интерпретация. Введение в язык программирования Python. Типы данных в программировании. Определение переменной. Логические выражения. Условный оператор. Инструкция if. Множественное ветвление. Цикл While. Ввод данных с клавиатуры. Последовательности: строки. Последовательности: списки. Структуры данных: словари. Цикл for в языке программирования Python. Функции в языке программирования Python. Параметры и аргументы функций. Локальные и глобальные переменные.

**Формы текущей аттестации:** лабораторные работы

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-3

## **Аннотации программ учебной и производственных практик**

### **Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности**

#### **1. Цели учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности**

Целями учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности являются: знакомство с организацией научных исследований в лабораториях университета, профильных научно-исследовательских институтов, научно-исследовательских и промышленных организаций, закрепление и углубление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения в рамках учебного плана; формирование элементов общенаучных, социально-личностных компетенций; приобретение практических навыков, компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности, способствующих успешному освоению специальных дисциплин, изучаемых на последующих курсах в соответствии с требованиями и квалификационной характеристикой бакалавра, установленными ФГОС ВО по направлению 03.03.03 «Радиофизика», на основе изучения современного прикладного и специализированного программного обеспечения кафедры физики полупроводников и микроэлектроники.

#### **2. Задачи учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности**

Основными задачами учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности являются:

- ознакомление обучающихся с вычислительными мощностями кафедры физики полупроводников и микроэлектроники;
- практическое освоение операционных систем и современных компьютерных оболочек;
- закрепление и расширение навыков использования пакетов прикладных программ;
- ознакомление со специализированными пакетами программ компьютерного моделирования и проектирования технологических процессов, приборов и систем;
- создание и оформление отчетов с помощью пакета MS Office.

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности имеет целью закрепление знаний и умений, полученных в процессе изучения дисциплин «Информационные технологии», «Основы научных исследований в радиофизике», «Алгоритмы и языки программирования», цикла математических дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», а также получение навыков практической работы с вычислительной техникой и программами моделирования.

В результате прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности студенты должны:

*знать:*

- организацию и работу подразделения предприятия, имеющего в эксплуатации локальные и сетевые учебные комплексы;
- действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования и программного обеспечения, оформлению технической документации;

*уметь:*

- использовать отдельные пакеты программ компьютерного расчета и моделирования технологических процессов, приборов и систем;
- квалифицированно пользоваться периодическими, реферативными и справочно-информационными изданиями по профилю специальности, включая on-line источники;

За время учебной практики студент должен освоить полный цикл решения практических задач с применением информационных технологий:

- постановка задачи, включая ее математическое решение;
- алгоритмизация задачи с изображением блок-схемы алгоритма в стандартной форме;
- реализация программы в одной из инструментальных сред программирования, моделирования;
- составление и защита отчета по практике в соответствии с установленной формой с использованием средств MS Office.

Программой учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности предусмотрено написание отчета с последующей его защитой.

Основные навыки, полученные в ходе прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности по получению первичных умений и навыков проектно-конструкторской деятельности, могут быть использованы в дальнейшем при изучении блока дисциплин профессионального цикла, а также при прохождении производственных практик.

### **3. Время проведения учебной практики**

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности проводится на выпускающей кафедре физики полупроводников и микроэлектроники ВГУ.

Сроки проведения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности: практика проводится по окончании по окончании 2-го курса (4-го семестра). Продолжительность практики - 2 недели (108 часов/3 зет).

### **4. Вид практики, способ и форма ее проведения**

Вид практики: *учебная*

Способ проведения практики: *стационарная*

Форма проведения практики: *дискретная*

## 5. Содержание практики

Общая трудоемкость учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности составляет 3 зачетные единицы/108 часов.

| № п/п | Разделы (этапы) практики    | Виды работ на учебной практике   | Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу обучающихся (в часах) | Формы текущего контроля                        |
|-------|-----------------------------|--|--|--|
| 1     | Организационные мероприятия | Проведение инструктажа по технике безопасности при работе в лабораториях и по порядку прохождения практики.  | 2  | Опрос с отметкой в журнале по ТБ               |
| 2     | Ознакомительный этап        | <p>Обзорная лекция по компьютерным технологиям, используемым в разработке и производстве основных типов изделий электронной техники.</p> <p>Ознакомление обучающихся с вычислительными мощностями кафедры физики полупроводников и микроэлектроники.</p> <p>Экскурсии по научно-производственным и научно-образовательным подразделениям и лабораториям ВГУ.</p>             | 16   | Рабочие записи для оформления отчета           |
| 3     | Практический этап           | Освоение компьютерных средств решения прикладных и профессиональных задач по электронике и наноэлектронике   | 27   | Рабочие записи для оформления отчета           |
|       |                             | <p>Решение профильных и профессиональных задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физическая постановка задачи;</li> <li>- выбор и обоснование математических методов решения;</li> <li>- обоснование и выбор программных средств решения;</li> <li>- разработка алгоритма решения поставленной задачи;</li> <li>- проведение численных экспериментов.</li> </ul> | 54   | Рабочие записи для оформления отчета           |
| 4     | Заключительный этап         | Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике. Защита отчета по практике.  | 9  | Отчет по практике. Защита результатов практики |

Во время проведения производственной практики используются следующие технологии:

- аналитические вычисления, в том числе компьютерные;
- численные вычисления, в том числе компьютерные;
- аналоговое моделирование процессов и устройств посредством создания макетов;
- цифровое моделирование процессов и устройств на компьютере.

Предусматривается проведение самостоятельной работы студентов под контролем преподавателя. Осуществляется обучение правилам написания научных отчетов и тренировки докладов о результатах исследований.

Индивидуальные задания на весь период производственной практики предлагаются каждому студенту его научным руководителем от кафедры. Студентам необходимо вести индивидуальный отчет по практике, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем микроэлектроники и полупроводникового производства. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации с научным руководителем.

**6. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)** – зачет по результатам защиты отчета.

## **7. Коды формируемых компетенций**

В результате прохождения данной учебной практики обучающийся должен приобрести следующие компетенции:

*общефессиональные компетенции:*

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3);

*профессиональные компетенции:*

- владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий (ПК-3).

## **Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

### **1. Цели производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности**

Цель производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности состоит в ознакомления студентов с видами будущей профессиональной деятельности, формирования практических навыков, умений, приобретения опыта выполнения инженерных и научно-исследовательских работ, применении современных радиотехнических и информационных технологий.

### **2. Задачи производственной практики по получению профессиональных умений и опыта проектно-конструкторской деятельности**

Задачами производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности в соответствии с профильной направленностью образовательной программы и видами профессиональной деятельности являются:

*научно-исследовательская деятельность:*

- освоение методов научных исследований;
- освоение теорий и моделей;
- математическое моделирование процессов и объектов;
- проведение экспериментов по заданной методике;
- обработка полученных результатов на современном уровне и их анализ;
- работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой;
- подготовка данных для составления обзоров, отчётов и научных публикаций;
- участие в подготовке и оформлении научных статей;
- участие в составлении отчётов и докладов о научно-исследовательской работе, участие в научных конференциях и семинарах.

### **3. Место и время проведения производственной практики по получению профессиональных умений и опыта проектно-конструкторской деятельности**

Базой практики является АО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ) (г. Воронеж), что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 03.03.03 «Радиофизика». В этом случае оформляется Договор между ВГУ и предприятием, где обучающийся выполняет производственную практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

Сроки проведения практики: практика проводится в 6 семестре 3 курса; продолжительность практики - 2 недели (108 часов/3 зет).

### **4. Вид практики, способ и форма ее проведения**

Вид практики: *производственная*

Способ проведения практики: *стационарная, выездная*

Форма проведения практики: *дискретная*

### **5. Структура и содержание производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, проектно-конструкторской**

Продолжительность производственной практики, технологической - 2 недели (108 часов/3 зет).

| № п/п | Разделы (этапы) практики                                   | Виды производственной работы на практике  | Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу обучающихся (в часах) |
|-------|--|---|--|
| 1     | Организационные мероприятия                                | Получение пропусков, инструктажи по технике безопасности и др., получение спецодежды  | 9  |
| 2     | Знакомство с предприятием                                  | Обзорная лекция по тематике предприятия с рассмотрением технологии производства основных типов изделий СВЧ электронной техники. Экскурсии по цехам и отделам  | 9  |
| 3     | Ознакомление с технологическими процессами и оборудованием | Участок поверхностной обработки полупроводниковых материалов:<br>Участок получения диэлектрических пленок на кремнии:<br>Участок фотолитографии:<br>Лаборатории легирования полупроводниковых подложек:<br>Лаборатория приборно-технологического проектирования<br>Участок монтажа и сборки кристаллов:<br>Лаборатория контроля параметров и испытания изделий электронной техники:<br>Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике. | 81   |
| 4     | Заключительный этап  | Обработка и анализ полученной информации, подготовка отчета по практике.<br>Защита отчета по практике   | 9  |

Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на производственной практике: технологии поверхностной обработки кристаллов: шлифовка; полировка; чистка пластин после механической обработки; контроль чистоты поверхности пластин; химическое травление; плазмохимическое травление; скрайбирование; технологии легирования полупроводниковых структур: диффузионные процессы; методы контроля параметров примесных слоев; методы получения эпитаксиальных слоев; гетероэпитаксия кремния на диэлектрических подложках; ионное легирование; отжиг ионно-легированных структур; технологии методы получения металлических пленок; методы контроля параметров и испытаний изделий электронной техники; методика приборно-технологического проектирования изделий электронной техники.

**6. Форма промежуточной аттестации (по итогам практики)** – зачет по результатам защиты отчета.

### 7. Коды формируемых компетенций

В результате прохождения данной учебной практики обучающийся должен приобрести следующие *профессиональные компетенции*:

- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1);
- способность использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2).

### **Производственная практика, преддипломная**

#### **1. Цели производственной практики, преддипломной**

Основными целями производственной преддипломной практики являются: закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков в научно-исследовательской работе и профессиональной проектно-конструкторской деятельности, сбор студентами необходимого для выполнения выпускной бакалаврской работы материала, совершенствование профессиональных умений его обработки и анализа, а также:

#### **2. Задачи практики**

Задачами производственной практики, преддипломной в соответствии с профильной направленностью образовательной программы и видами профессиональной деятельности являются:

- обработка полученных результатов на современном уровне и их анализ;
- работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой;
- подготовка данных для составления обзоров, отчётов и научных публикаций;
- участие в подготовке и оформлении научных статей;
- участие в составлении отчётов и докладов о научно-исследовательской работе, участие в научных конференциях и семинарах.

#### **3. Место и время проведения производственной практики, преддипломной**

Производственная практика, преддипломная проводится на профильных предприятиях, фирмах и организациях, либо в структурных подразделениях Воронежского государственного университета, научная и практическая деятельность которых связана с использованием проектных и информационных методов и технологий в области электроники и микроэлектроники.

Базами преддипломной практики являются:

- лабораторный фонд кафедры физики полупроводников и микроэлектроники физического факультета университета по приборно-технологическому и топологическому проектированию современных изделий электронной техники;
- НИИ физики Воронежского госуниверситета;
- АО «Научно-исследовательский институт электронной техники» (НИИЭТ) (г. Воронеж)

и другие профильные организации и предприятия, что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта направления 03.03.03 «Радиофизика».

Сроки проведения практики: практика проводится в 8 семестре 4 курса; продолжительность практики 2 недели (108 часов/6 зет).

#### **4. Вид практики, способ и форма ее проведения**

Вид практики: *производственная*



Способ проведения практики: *стационарная, выездная*

Форма проведения практики: *дискретная*

## 5. Содержание производственной практики, преддипломной

Общая трудоемкость производственной практики, преддипломной составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

| № п/п | Разделы (этапы) практики                 | Виды производственной работы на практике  | Трудоемкость (в часах), включая самостоятельную работу обучающихся (в часах) | Формы текущего контроля   |
|-------|--|---|--|---|
| 1     | Подготовительный этап                    | Сбор материалов и подготовка к написанию выпускной квалификационной работы  | 9  |   |
| 2     | Обработка и анализ полученной информации | Анализ литературы, связанной с предметной областью научно-практических исследований                               | 9  | Обзор литературы  |
|       |  | Обоснование методов и средств решения теоретических вопросов и экспериментальных исследований поставленной задачи | 9  | Обоснование методов и средств решения поставленной задачи                         |
| 3     | Экспериментально-исследовательский этап  | Разработка программной части решения поставленной задачи  | 27   | Оформление программного обеспечения   |
|       |  | Разработка проектно-конструкторской и экспериментальной части решения поставленной задачи                         | 27   | Оформление результатов моделирования, экспериментальных исследований, верификации |
| 4     | Заключительный этап                      | Подготовка и написание выпускной квалификационной работы  | 27   | Оформление ВКР  |

## 6. Форма промежуточной аттестации (по итогам производственной практики) – защита отчета с оценкой

## 7. Коды формируемых компетенций

В результате прохождения данной преддипломной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения и компетенции:

- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1);
- способность использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2);
- владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий (ПК-3).

Сведения о библиотечном и информационном обеспечении  
основной образовательной программы

| N<br>п/п | Наименование показателя  | Единица<br>измерения/<br>значение | Значение<br>сведений |
|----------|--|-----------------------------------|----------------------|
| 1        | 2  | 3                                 | 4                    |
| 1.       | Наличие в организации электронно-библиотечной системы (электронной библиотеки)   | есть/нет                          | есть                 |
| 2.       | Общее количество наименований основной литературы, указанной в рабочих программах дисциплин (модулей), имеющихся в электронном каталоге электронно-библиотечной системы  | ед.                               |                      |
| 3.       | Общее количество наименований дополнительной литературы, указанной в рабочих программах дисциплин (модулей), имеющихся в электронном каталоге электронно-библиотечной системы  | ед.                               |                      |
| 4.       | Общее количество печатных изданий основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии (суммарное количество экземпляров) в библиотеке по основной образовательной программе       | экз.                              |                      |
| 5.       | Общее количество наименований основной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии в библиотеке по основной образовательной программе  | ед.                               |                      |
| 6.       | Общее количество печатных изданий дополнительной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии в библиотеке (суммарное количество экземпляров) по основной образовательной программе | экз.                              |                      |
| 7.       | Общее количество наименований дополнительной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), в наличии в библиотеке по основной образовательной программе  | ед.                               |                      |
| 8.       | Наличие печатных и (или) электронных образовательных ресурсов, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья  | да/нет                            | нет                  |
| 9.       | Количество имеющегося в наличии ежегодно обновляемого лицензионного программного обеспечения, предусмотренного рабочими программами дисциплин (модулей)  | ед.                               |                      |
| 10.      | Наличие доступа (удаленного доступа) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, которые определены в рабочих программах дисциплин (модулей)                                   | да/нет                            | да                   |

## Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

| Дисциплины                   | Перечень оборудования   | Место расположения                                   |
|------------------------------|---|--|
| История                      | Ауд. 329. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Русский язык и культура речи | Ауд. 430. Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Экономика                    | Ауд. 329. Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Правоведение                 | Ауд. 227. Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Философия                    | Ауд. 430. Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Иностранный язык             | Ауд. 231. Лингафонный кабинет с пакетами аудио и видео кассет   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Механика                     | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Молекулярная физика          | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Электричество и магнетизм    | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Колебания и волны, оптика    | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Общий физический практикум   | Лаб.427.Лабораторные комплексы ЛКО-3, ЛКО-11, ЛКО-1А, ЛКО-3, Поляриметр круговой СМ-3, Фотометр КФК-5М;<br>лаб.145.Комплект приборов для физических измерений по теме "Молекулярная физика и термодинамика" – ФПТ<br>лаб.30 Установка для регистрации альфа-излучения различных источников (измерений скорости счета альфа-частиц в воздухе лаборатории при нормальных условиях). | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Атомная физика               | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515<br>Лаб.30 Установка для регистрации альфа-излучения различных источников (измерений скорости счета альфа-частиц в воздухе лаборатории при нормальных условиях).   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Ядерная физика               | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515<br>Лаб.30 Установка для регистрации альфа-излучения различных источников (измерений скорости счета альфа-частиц в воздухе лаборатории при нормальных условиях).   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Математический анализ        | Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская                          |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | пл.1, учебный корпус №1,                             |
| Аналитическая геометрия                          | Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Линейная алгебра                                 | Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Дифференциальные уравнения                       | Ауд. 428. Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575, графический планшет GENIUS G-Pen F610   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Векторный и тензорный анализ                     | Ауд. 436. Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575, графический планшет GENIUS G-Pen F610   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Теория вероятностей и математическая статистика  | Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Теория функций комплексного переменного          | Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Интегральные уравнения и вариационное исчисление | Ауд. 437. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Информатика                                      | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Алгоритмы и языки программирования               | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Теоретическая механика                           | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Квантовая механика                               | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Электродинамика                                  | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Термодинамика и статистическая физика            | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Теория колебаний                                 | Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Распространение электромагнитных волн            | Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Статистическая радиофизика                       | Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515<br>ауд. 307, лабораторные комплексы для изучения радиофизики и электроники: генераторы сигналов Г3-34, осциллографы С1-436 С1-67, анализатор спектра, измеритель нелинейных искажений, счётчики импульсов, лабораторные макеты | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Физика волновых процессов                        | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Celeron 2.53 (15 шт.)  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Радиоэлектроника                                 | Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Физическая электроника                           | Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Полупроводниковая электроника                   | Ауд 414, лабораторные стенды для изучения свойств биполярных и полевых транзисторов  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1              |
| Квантовая радиофизика                           | Лаборатория 111, комплект лабораторного оборудования для изучения лазерной техники   | г. Воронеж, пр. Революции, 33, учебный корпус №3                 |
| Основы научных исследований в радиофизике       | Лаборатория 146 вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,             |
| Теоретические основы радиотехники               | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Celeron 2.53 (15 шт.)  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,             |
| Методы математической физики                    | Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,             |
| Численные методы и математическое моделирование | Ауд. 415 Учебно-научная лаборатория "Радиофизическая информатика", оснащенная 12 компьютерами Intel Celeron 2,53, ОЗУ 256Мб, НЖМД 80Гб   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,             |
| Безопасность жизнедеятельности                  | Лаб.110, Компьютеры III поколения - 16, принтер лазерный - 2.Сканер, мультимедийные проекторы - 3 шт., лаб111. Плакаты по темам лекций, тренажеры для отработки сердечно-легочной реанимации, комплект шин (Дитерихса, Крамера для верхних и нижних конечностей), Воронник Шанса, дозиметры, стенды с демонстрационными материалами.   | г. Воронеж, ул. Пушкинская 16, уч. корпус №4                     |
| Физическая культура и спорт                     | Спортивный зал: гимнастические стенки (4 шт), брусья (2 шт.), маты гимнастические (10 шт.), гантели (8 шт.), баскетбольные щиты (2 шт), волейбольная сетка, сетки для игры в бадминтон, баскетбольные и волейбольные мячи (20 шт), бадминтонные ракетки, воланы и мячи, обручи (25 шт.). г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, пом.1, в лит. А, А1, а1, а2, а3, а4, ауд. № 300Спортивный зал, тренажерный зал. | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,             |
| Астрофизика                                     | Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,             |
| Атомный спектральный анализ                     | Лаб.30 Установка для регистрации альфа-излучения различных источников (измерений скорости счета альфа-частиц в воздухе лаборатории при нормальных условиях).   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1              |
| Основы теории микросхем                         | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.),   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138             |
| Спецпрактикум                                   | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138, ауд. № 146 |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.),  |   |
| Элементная база и проектирование интегральных схем                     | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146                                      |
| Основы технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем       | Учебная лаборатория технологии полупроводниковых материалов и приборов: пост вакуумный универсальный ВУП-4, установка вакуумного многослойного напыления УВН-2М-1  | г. Воронеж, пр. Революции, 24, корпус 3, ауд.108  |
| Физические основы наноэлектроники                                      | Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218                                      |
| Микросхемотехника  | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.) | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138                                      |
| Компьютерное моделирование в микроэлектронике                          | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146                                      |
| Элективные дисциплины по физической культуре и спорту                  | Спортивный зал: гимнастические стенки (4 шт), брусья (2 шт.), маты гимнастические (10 шт.), гантели (8 шт.), баскетбольные щиты (2 шт), волейбольная сетка, сетки для игры в бадминтон, баскетбольные и волейбольные мячи (20 шт), бадминтонные ракетки, воланы и мячи, обручи (25 шт.).   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, пом.1, в лит. А, А1, а1, а2, а3, а4, ауд. № 300 |
| Программирование микроконтроллеров                                     | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.) г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146  |   |
| Нейронные сети   | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146                                      |
| Тренинг общения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья | Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510, проектор Panasonic PT-LC55E   | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 218                                      |
| Физика полупроводников   | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.) | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138                                      |
| Физика полупроводниковых приборов                                      | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АКИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.) | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138                                      |
| Тренинг общения для обучаю-  | Мультимедийный кабинет кафедры ФПП и МЭ: ноутбук emachines e510,   | г. Воронеж, Университет-  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| щихся с ограниченными возможностями здоровья  | проектор Panasonic PT-LC55E   | ская площадь, д.1, ауд. № 218                        |
| Языки проектирования аппаратуры   | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |
| Физические основы микроэлектроники  | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.) | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138 |
| Введение Scilab   | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |
| Принципы и устройства сверхплотной записи информации  | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |
| Технологические процессы сборки и герметизации изделий твердотельной электроники  | Лаборатории и опытное производство АО «ВЗПП-Сборка»   | г. Воронеж, ул. Минская, 119,а                       |
| Введение в программирование на языке C  | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |
| Физика МДП-систем   | Лаборатория физики полупроводников: цифровые осциллографы АК ИП 4115/4А (6 шт.), функциональные генераторы Rigol DG1022 (6 шт.), учебный комплекс NI Elvis II с ПО LabView, Multisim, автоматизированный лабораторный стенд для исследования эффекта Холла, источники питания 13PP-30-30 (3 шт.), генератор сигналов Г4-153, компьютеры Pentium Dual Core (4 шт.) | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 138 |
| Радиофизические методы  | Ауд. 437. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Технологии управления цифровыми правами   | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |
| Технические средства защиты интеллектуальной собственности  | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Основы криптографии   | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Теория оптических систем телекоммуникаций   | Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515   | г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, |
| Программирование на языке Python  | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |
| Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской дея- | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)  | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146 |



|   |  |  |
|---|--|--|
| тельности   |  |  |
| Производственная по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.);<br>Лаборатории и опытное производство АО НИИЭТ | г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 146;<br>г. Воронеж, ул. Старых большевиков, 119,а |

### Кадровое обеспечение образовательного процесса

К реализации образовательного процесса привлечено 40 научно-педагогических работников.

Доля НПР, имеющих образование (ученую степень), соответствующее профилю преподаваемой дисциплины в общем числе работников, реализующих данную образовательную программу, составляет 92 %.

Доля НПР, имеющих ученую степень и(или) ученое звание составляет 95 %, из них доля НПР, имеющих ученую степень доктора наук и(или) звание профессора 18%.

Доля работников из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью образовательной программы (имеющих стаж практической работы в данной профессиональной области не менее 3-х лет) составляет 20%.

Квалификация научно-педагогических работников соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих и профессиональным стандартам (при наличии). Все научно-педагогические работники на регулярной основе занимаются научно-методической деятельностью.