

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-  
проректор по учебной работе

Е.Е. Чупандина

22 июля 2016

**Основная образовательная программа  
высшего образования**

Направление подготовки  
**03.03.03 РАДИОФИЗИКА**

Профиль подготовки  
Физика информационных систем и телекоммуникаций

Квалификация - бакалавр

Форма обучения - очно-заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика .....	4
3. Планируемые результаты освоения ООП .....	6
4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика .	7
5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика .....	8
6. Характеристика среды вуза, обеспечивающая развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников .....	9
7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.	10
8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся .....	12
Приложение 1. График учебного процесса.....	14
Приложение 2. Учебный план .....	15
Приложение 3. Аннотации рабочих программ .....	21
Приложение 4. Аннотации программ практик.....	81
Приложение 5. Матрица соответствия компетенций, составных частей ООП и оценочных средств .....	85
Приложение 6. Кадровое обеспечение образовательного процесса .....	89
Приложение 7. Библиотечно-информационное обеспечение.....	90
Приложение 8. Материально-техническое обеспечение .....	92

## 1. Общие положения

### 1.1. Основная образовательная программа бакалавриата, реализуемая ФГБОУ ВПО «ВГУ» по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, профиль [Физика информационных систем и телекоммуникаций](#) Квалификация, присваиваемая выпускникам – бакалавр

Основная образовательная программа, реализуемая в Воронежском государственном университете по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика по профилю [Физика информационных систем и телекоммуникаций](#), представляет собой систему документов, разработанную с учетом требований рынка труда, на основе Федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОС ВО), а также с учетом рекомендованной примерной образовательной программы.

ООП 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 производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Основными пользователями ООП 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 ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика

Нормативную правовую базу разработки ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика по профилю [Физика информационных систем и телекоммуникаций](#) составляют:

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

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

#### 1.3.1. Цель реализации ООП

ООП ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика имеет своей целью развитие у студентов 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 ООП 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 ООП 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 радиоэлектроники.

### **1.3.2. Срок освоения ООП**

Срок освоения ООП ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика - 5 лет. Форма обучения – очно-заочная.

### **1.3.3. Трудоемкость ООП**

Трудоемкость освоения студентом данной ООП 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 ООП ВО.

### **1.4. Требования к абитуриенту**

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

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП 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 область профессиональной деятельности бакалавра включает:

решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области радиофизики как 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.

Сферой профессиональной деятельности выпускников направления 03.03.03 Радиофизика по профилю **Физика информационных систем и телекоммуникаций** являются:

научно-исследовательские, проектно-конструкторские и производственные организации различных форм собственности, специализирующиеся на исследовании, разработке и производстве радиофизических информационных телекоммуникационных систем, решении радиофизических проблем в области связи, локации, навигации, управления; учреждения академии наук, системы высшего, среднего профессионального и среднего общего образования.

## 2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускника

Объектами профессиональной деятельности выпускника, освоившего программу бакалавриата по профилю подготовки **Физика информационных систем и телекоммуникаций** 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 к следующим видам профессиональной деятельности:

научно-исследовательская;  
научно-инновационная;

## 2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника

Бакалавр по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности и бакалаврской программой:

*научно-исследовательская деятельность:*

- освоение методов научных исследований;
- освоение новых теорий и моделей;
- математическое моделирование процессов и объектов;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований;
- 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, отчетов и научных публикаций;
- участие в подготовке и оформлении научных статей;
- участие в составлении отчетов и докладов о научно-исследовательской работе, участие в научных конференциях и семинарах;

*научно-инновационная деятельность:*

- освоение методов применения результатов научных исследований;
- освоение методов инженерно-технологической деятельности;
- обработка полученных результатов научно-инновационных исследований на современном уровне и их анализ;

### 3. Планируемые результаты освоения ООП

Результаты освоения ООП 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 ООП ВО бакалавр должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

Коды	Содержание общекультурных компетенций (ОК)
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 ООП ВО бакалавр должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

Коды	Содержание общекультурных компетенций (ОПК)
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 ООП ВО бакалавр должен обладать следующими профессиональными компетенциями по видам деятельности:

Коды	Содержание профессиональных компетенций (ПК)
<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
<b>В области научно-инновационной деятельности:</b>	
ПК-4	владением методами защиты интеллектуальной собственности
ПК-5	способностью внедрять готовые научные разработки

#### **4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП 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 ООП 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. Календарный учебный график**

Календарный учебный график бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (профиль [Физика информационных систем и телекоммуникаций](#)) представлен в Приложении 1.

##### **4.2. Учебный план**

Учебный план представлен в Приложении 2.

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

Аннотации рабочих программ учебных курсов, предметов, дисциплин представлены в Приложении 3.

##### **4.4. Программы учебной и производственной практик**

При реализации данной ООП ВО предусматриваются производственные практики (Приложение 4):

- учебная вычислительная практика: 6 семестр, продолжительность 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы);
- производственная научно-исследовательская практика: 8 семестр, продолжительностью 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).
- производственная преддипломная практика: 10 семестр, продолжительностью 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

## **5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика**

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

Лекционные занятия составляют не более 40% общего объема аудиторных занятий. Дисциплины (модули) по выбору составляют не менее 30% вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

При разработке образовательной программы для каждого модуля (учебной дисциплины) предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов 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 ООП направления 03.03.03 Радиофизика подготовки бакалавров в полном объеме содержится в рабочих программах дисциплин, фонде оценочных средств, программах практик и итоговой аттестации.

Содержание учебно-методических материалов обеспечивает необходимый уровень и объем образования, включая и самостоятельную работу бакалавров, а также предусматривает контроль качества освоения студентами ООП в целом и отдельных ее компонентов (приложение 5).

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, составляет не менее 60 процентов, ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора имеют не менее 8 процентов преподавателей (приложение 6).

Доля работников из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы бакалавриата (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет), в общем числе работников, реализующих программу бакалавриата, не менее 5 процентов.

При использовании электронных изданий (приложение 7) вуз обеспечивает каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с доступом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.



Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Вуз обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

ВУЗ располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение 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 8).

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 15-25 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.

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

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

Сформирована система социальной и воспитательной работы. Функционируют следующие структурные подразделения:

- Управление по социальной и воспитательной работе (УВСР);
- Штаб студенческих трудовых отрядов;
- Центр молодёжных инициатив;
- Психолого-консультационная служба (в составе УВСР);
- Спортивный клуб (в составе УВСР);
- Концертный зал ВГУ (в составе УВСР);
- Фотографический центр (в составе УВСР);
- Оздоровительно-спортивный комплекс (в составе УВСР).

Системная работа ведётся в активном взаимодействии с:

- Профсоюзной организацией студентов;
- Объединенным советом обучающихся;
- Студенческим советом студгородка;
- Музеями ВГУ;
- двумя дискуссионными клубами;
- туристским клубом «Белая гора»;
- Клубом интеллектуальных игр;
- четырьмя волонтерскими организациями;
- Управлением по молодёжной политике Администрации Воронежской области;
- Молодежным правительством Воронежской области;
- Молодежным парламентом Воронежской области.

В составе Молодёжного правительства и Молодёжного парламента Воронежской области 60% это студенты университета.

Координационным органом студенческих объединений ВГУ является Совет обучающихся, определяющий ключевые направления развития внеучебной жизни в университе-

те и призванный обеспечить эффективное развитие студенческих организаций, входящих в его состав.

В состав Совета обучающихся ВГУ входят следующие студенческие организации, реализующие проекты по различным направлениям воспитательной деятельности:

Студенческий совет

Молодежное движение доноров Воронежа «Качели»

Клуб интеллектуальных игр ВГУ

Юридическая клиника ВГУ и АЮР

Научно-популярный Лекторий

Штаб студенческих отрядов ВГУ

Актив Всероссийского Студенческого Турнира Трёх Наук

Федеральный образовательный проект «Инфопоток»

Школа актива ВГУ

Археологическое наследие Центрального Черноземья

Студенты – Детям

На физическом факультете общим руководством воспитательной деятельностью занимается декан, текущую работу осуществляют и контролируют заместители декана, педагоги-организаторы, кураторы учебных групп и органы студенческого самоуправления.

В университете 8 студенческих общежитий. Работают 30 спортивных секций по 34 видам спорта.

Студентам предоставляется возможность летнего отдыха в спортивно-оздоровительном комплексе «Веневитиново», г. Анапа, на острове Корфу (Греция). Организуются экскурсионные поездки по городам России, бесплатное посещение театров, музеев, выставок, катков, спортивных матчей, бассейнов.

Работает отдел содействия трудоустройству выпускников.

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

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

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика и Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися ООП бакалавриате включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся.

На основе требований ФГОС ВО и рекомендаций примерной ООП по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика разработана матрица соответствия компетенций и составных частей ООП (приложение 7).

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО и рекомендациями ООП ВО по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации созданы соответствующие фонды оценочных средств.

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 ООП 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 и рекомендаций ООП ВО по соответствующему направлению подготовки разработаны и утверждены требования 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 **Физика информационных систем и телекоммуникаций**, которую он освоил за время обучения.

При организации работы над бакалаврской работой кафедра после завершения теоретического обучения в 9-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:

статистического синтеза и анализа алгоритмов обработки сигналов с неизвестными параметрами, наблюдаемых на фоне помех;

теоретического и экспериментального исследования прохождения радиоволн через различные среды, исследование диаграмм направленности существующих и перспективных излучателей;

теоретического и экспериментального исследования повышения быстродействия ключевых элементов на транзисторах;

исследование оптимизации современных систем телекоммуникаций.

Непосредственное руководство бакалаврами осуществляется только руководителями, имеющими ученую степень.

Требования, обусловленные специализированной подготовкой бакалавра, включают:

*владение:*

- навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- навыками проведения физического эксперимента;
- методами оценки точности экспериментальных результатов;
- экспериментальными методами исследования колебательно-волновых систем;
- навыками работы с современным экспериментальным оборудованием;
- исследования, проектирования и применения компонентов интегральной электроники и полупроводниковых приборов;
- методами и средствами компьютерного моделирования физических процессов и явлений в радиофизике;
- основными современными методами расчета и проектирования цифровых систем;

*умение:*

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности;
- выбирать необходимые методы исследования, расчета радиофизических и телекоммуникационных систем;

- обобщать и обрабатывать 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 современной радиофизики;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.
- применять современные технологические процессы и технологическое оборудование на этапах исследования, разработки и производства материалов и изделий микроэлектроники;
- идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики информационных систем и телекоммуникаций;
- разрабатывать модели исследуемых процессов, элементов, приборов и устройств электронной техники.

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

Наряду с классическими формами обучения на кафедрах, осуществляющих учебный процесс по направлению в рамках ООП, предусматривается:

- приглашение ведущих специалистов – практиков из числа руководителей отраслевых предприятий для проведения мастер-классов по дисциплинам профессионального цикла;

- применение образовательных баз знаний и информационных ресурсов глобальной сети Интернет для расширения возможностей изучения дисциплин учебного плана и ознакомления с последними достижениями в различных отраслях науки и техники;

- применение ПЭВМ и программ компьютерной графики по циклам общих математических и естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин при проведении практических занятий, курсового проектирования и выполнении ВКР.

Для самостоятельной работы студентов предусматривается разработка по всем дисциплинам ООП методических рекомендаций, с помощью которых студент организует свою работу. В процессе самостоятельной работы студенты имеют возможность контролировать свои знания с помощью разработанных тестов по дисциплинам специальности.

В дисциплинах профессионального цикла предусмотрено использование инновационных технологий (средства телекоммуникации, мультимедийные проекторы, специализированное программное обеспечение и средства компьютерной диагностики).

Кроме того, в образовательном процессе используются следующие инновационные методы:

- применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий;
- применение активных методов обучения, «контекстного обучения» и «обучения на основе опыта»:

- использование проектно-организационных технологий обучения работе в команде над комплексным решением практических задач.

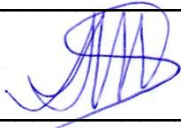
Программа составлена: кафедрой радиофизики.

Программа одобрена научно-методическим советом физического факультета

Декан физического факультета

  
\_\_\_\_\_ /А.М. Бобрешов/

Зав. кафедрой радиофизики

  
\_\_\_\_\_ /А.П. Трифонов/

Куратор программы

  
\_\_\_\_\_ /А..Д. Коробова/



## Приложение 2. Учебный план

## Первый курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 1									Семестр 2											
			Контроль	Часов								ЗЕТ	Контроль	Часов								ЗЕТ	
				Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр оль			Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр оль		
				Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контр оль	ЗЕТ			Всего	Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контр оль	ЗЕТ	
ИТОГО				<b>864</b>							<b>24</b>			<b>864</b>								<b>24</b>	
ИТОГО по ООП (без факультативов)				<b>864</b>							<b>24</b>			<b>864</b>								<b>24</b>	
УЧЕБНАЯ НАГРУЗКА, (час/нед)	ООП, факультативы (в период ТО)			<b>40.5</b>										<b>39.3</b>									
	ООП, факультативы (в период экз. сес.)			<b>46.3</b>										<b>54</b>									
	Аудиторная (ООП - физ.к.)(чистое ТО)			<b>15.5</b>										<b>15.8</b>									
	Ауд. (ООП - физ.к.) с расср. практ. и НИР			<b>15.5</b>										<b>15.8</b>									
	Аудиторная (физ.к.)																						
<b>ДИСЦИПЛИНЫ</b>			(Δ)	<b>Δ 270</b>						<b>Δ 18</b>			<b>Δ 270</b>										
			(Предельное)	1134								126		1134									144
			(План)	<b>864</b>	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>108</b>		<b>468</b>	<b>108</b>	<b>24</b>		<b>864</b>	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>108</b>		<b>432</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	
1	Б1.Б.1	История	Экз	<b>144</b>	36	18		18		72	36	4											
2	Б1.Б.2	Русский язык и культура речи	За	<b>72</b>	18	18				54		2											
3	Б1.Б.3	Экономика											Экз	<b>144</b>	36	18		18			72	36	4
4	Б1.Б.4	Правоведение	За	<b>108</b>	18	18				90		3											
5	Б1.Б.6	Иностранный язык	За	<b>108</b>	36		36			72		3	За	<b>108</b>	36		36				72		3
6	Б1.Б.7	Общая физика											Экз За К	<b>252</b>	90	36	36	18			126	36	7
7	<i>Б1.Б.7.1</i>	<i>Механика</i>											Экз К	<b>144</b>	54	36		18			54	36	4
8	<i>Б1.Б.7.5</i>	<i>Общий физический практикум</i>											За	<b>108</b>	36		36				72		3
9	Б1.Б.9	"Математика	Экз(2) К(2)	<b>288</b>	126	36		90		90	72	8	Экз(2) К(2)	<b>360</b>	126	54		72			162	72	10
10	<i>Б1.Б.9.1</i>	<i>Математический анализ</i>	Экз К	<b>144</b>	72	18		54		36	36	4	Экз К	<b>216</b>	72	36		36			108	36	6
11	<i>Б1.Б.9.2</i>	<i>Аналитическая геометрия</i>	Экз К	<b>144</b>	54	18		36		54	36	4											
12	<i>Б1.Б.9.3</i>	<i>Линейная алгебра</i>											Экз К	<b>144</b>	54	18		36			54	36	4
13	Б1.Б.10	Информатика	За	<b>144</b>	54	18	36			90		4											
14	<i>Б1.Б.10.1</i>	<i>Информатика</i>	За	<b>144</b>	54	18	36			90		4											
<b>ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ</b>				Экз(3) За(4) К(2)										Экз(4) За(2) К(3)									

## Второй курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 3									Семестр 4										
			Контроль	Часов								ЗЕТ	Контроль	Часов								ЗЕТ
				Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр оль			Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр оль	
				Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС			Всего	Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР	СРС	Контр оль			
		(План)		<b>828</b>	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>90</b>	<b>90</b>		<b>432</b>	<b>108</b>	<b>23</b>		<b>900</b>	<b>282</b>	<b>120</b>	<b>72</b>	<b>90</b>		<b>510</b>	<b>108</b>	<b>25</b>
1	Б1.Б.5	Философия											Экз	<b>144</b>	36	18		18		72	36	4
2	Б1.Б.6	Иностранный язык	Экз	<b>72</b>	18		18			18	36	2										
3	Б1.Б.7	Общая физика	Экз За К	<b>252</b>	90	36	36	18		126	36	7	Экз За К	<b>288</b>	90	36	36	18		162	36	8
4	<i>Б1.Б.7.2</i>	<i>Молекулярная физика</i>	Экз К	<b>144</b>	54	36		18		54	36	4										
5	<i>Б1.Б.7.3</i>	<i>Электричество и магнетизм</i>											Экз К	<b>144</b>	54	36		18		54	36	4
6	<i>Б1.Б.7.5</i>	<i>Общий физический практикум</i>	За	<b>108</b>	36		36			72		3	За	<b>144</b>	36		36		108			4
7	Б1.Б.9	"Математика	Экз За ЗаО К(2)	<b>360</b>	126	54		72		198	36	10	Экз За	<b>216</b>	90	36		54		90	36	6
8	<i>Б1.Б.9.1</i>	<i>Математический анализ</i>	Экз К	<b>144</b>	54	18		36		54	36	4										
9	<i>Б1.Б.9.4</i>	<i>Дифференциальные уравнения</i>	ЗаО К	<b>108</b>	36	18		18		72		3										
10	<i>Б1.Б.9.5</i>	<i>Векторный и тензорный анализ</i>	За	<b>108</b>	36	18		18		72		3										
11	<i>Б1.Б.9.6</i>	<i>Теория вероятностей и математическая статистика</i>											Экз	<b>144</b>	54	18		36		54	36	4
12	<i>Б1.Б.9.8</i>	<i>Интегральные уравнения и вариационное исчисление</i>											За	<b>72</b>	36	18		18		36		2
13	Б1.Б.10	Информатика	За	<b>144</b>	54	18	36			90		4										
14	<i>Б1.Б.10.2</i>	<i>Алгоритмы и языки программирования</i>	За	<b>144</b>	54	18	36			90		4										
15	Б1.Б.14	Микропроцессорные системы											За	<b>180</b>	54	18	36			126		5
16	Б1.Б.19	Физическая культура											За	<b>72</b>	12	12				60		2
<b>ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ КОНТРОЛЯ</b>				Экз(3) За(3) ЗаО К(3)										Экз(3) За(4) К								







## Пятый курс

№	Индекс	Наименование	Семестр 9									Семестр А											
			Контроль	Часов								ЗЕТ	Контроль	Часов								ЗЕТ	
				Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр оль			Всего	Контакт.р.(по уч.зан.)					СРС	Контр оль		
					Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР						Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР				
		(План)		<b>864</b>	<b>288</b>	<b>144</b>	<b>144</b>			<b>540</b>	<b>36</b>	<b>24</b>			<b>612</b>	<b>224</b>	<b>70</b>	<b>154</b>			<b>352</b>	<b>36</b>	<b>17</b>
1	Б1.Б.12	Физика колебательных и волновых процессов	За К	<b>144</b>	36	18	18			108		4											
2	<i>Б1.Б.12.2</i>	<i>Распространение электромагнитных волн</i>	За К	<b>144</b>	36	18	18			108		4											
3	Б1.Б.13	Электроника	Экз	<b>144</b>	36	18	18			72	36	4	Экз	<b>108</b>	28	14	14				44	36	3
4	<i>Б1.Б.13.3</i>	<i>Полупроводниковая электроника</i>	Экз	<b>144</b>	36	18	18			72	36	4											
5	<i>Б1.Б.13.4</i>	<i>Квантовая радиофизика</i>											Экз	<b>108</b>	28	14	14				44	36	3
6	Б1.В.ОД.3	Астрофизика											За	<b>108</b>	14	14					94		3
7	Б1.В.ОД.4	Функциональная электроника	За	<b>108</b>	36	18	18			72		3											
8	Б1.В.ОД.6	Решение задач на ЭВМ	За	<b>72</b>	36	18	18			36		2											
9	Б1.В.ОД.7	Спецпрактикум	За	<b>72</b>	54		54			18		2	За	<b>180</b>	112		112				68		5
10	Б1.В.ДВ.2.1	Цифровые методы в информационных системах	За	<b>72</b>	18	18				54		2											
11	<i>Б1.В.ДВ.2.2</i>	<i>Помехоустойчивость информационных систем</i>	За	<b>72</b>	18	18				54		2											
12	Б1.В.ДВ.3.1	Излучение, распространение и рассеяние радиоволн	За	<b>108</b>	36	18	18			72		3											
13	<i>Б1.В.ДВ.3.2</i>	<i>Цифровое моделирование информационных систем</i>	За	<b>108</b>	36	18	18			72		3											
14	Б1.В.ДВ.4.1	Приборы и устройства твердотельной электроники в информационных системах и телекоммуникациях	За	<b>72</b>	18	18				54		2											
15	<i>Б1.В.ДВ.4.2</i>	<i>Каналы передачи информации в системах телекоммуникаций</i>	За	<b>72</b>	18	18				54		2											
16	Б1.В.ДВ.5.1	Излучение и распространение несинусоидальных волн											За	<b>72</b>	28	14	14				44		2
17	<i>Б1.В.ДВ.5.2</i>	<i>Основы мобильных систем связи</i>											За	<b>72</b>	28	14	14				44		2



### Приложение 3. Аннотации рабочих программ

#### 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 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 укус. 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, откровенность, 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 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 промежуточной аттестации экзамен.**

**Коды формируемых (сформированных) компетенций: ОК-3, ОК-7, ПК-5**

### **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 промежуточной аттестации зачёт**

**Коды формируемых (сформированных) компетенций ОК-4, ОК-7, ОПК-4, ПК-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 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 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. Искривление 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, раке-

ты. 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, наивероятнейшая, 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 об-

ратимых 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 намагничения). 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 взаимной индукции.

#### 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 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.2.5      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 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 Вейцеккера. Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада. Основные типы распада ядер.

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен

**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 естественно-научного 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**

Гиромагнитное 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 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 Лопиталю раскрытия неопределенностей. Фор-

мула 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 поверхности 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. Вычис-

ление 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 Парсеваля. 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 Парсеваля 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:**

коллоквиум, контрольная работа.

#### **Форма промежуточной аттестации:**

зачет, экзамен (I семестр, разделы 1 – 6);

экзамен (II семестр, разделы 7 – 11); зачет, экзамен (III 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:** 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:** 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 ООП:** 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 усло-



вий 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. 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:** две контрольные работы.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен (III 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.

**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 Стьюдента.

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 гауссовой 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:** контрольная работа.

**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**

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. 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.

**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 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 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:** 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, 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:** 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 при-



менимости 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, тестирование, 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:** тестирование, 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 мо-

делей, 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 (кормамерности I) 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 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). Монохроматическое поле. 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 диэлектрической проницаемостью и магнитной проницаемостью. 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 двuosных 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 слоистонеоднородных 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 уравнений. 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 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 плотности 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.

**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.

**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.

I. 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 однотоновой угловой модуляцией. Спектральное разложение ЧМ и ФМ при малых индексах модуляции. 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 прибли-



жение). 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 многоразрядные 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 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, расторовый, 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.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

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

### **Б1.Б.13.3 Полупроводниковая электроника**

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

Цель курса - сформировать у студентов современное представление об основных принципах функционирования полупроводниковых приборов. Особое внимание уделяется теории классических полупроводниковых приборов – диодам на основе p-n перехода и барьера Шоттки, а также полевым и биполярным транзисторам. Рассматриваются процессы происходящие в гетеропереходах и объясняются основные причины преимущества приборов на основе гетеропереходов перед классическими приборами на основе гомопереходов.

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

Раздел 1. Кристаллическая структура твердого тела

Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Прямая и обратная решетка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Решетка Браве.

Раздел 2. Зонная структура твердых тел

Уравнение Шредингера для периодического потенциала. Теорема Блоха. Локализованные и делокализованные волновые функции. Зоны Бриллюэна. Модель Кронига-Пенни. Закон дисперсии. Зонная структура полупроводников Si, Ge, GaAs. Движение свободных носителей. Эффективная масса носителей. Электроны и дырки в полупроводниках.

Раздел 3. Статистика электронов в твердом теле

Заселение состояний электронами. Уровень Ферми. Типы твердых тел: металлы, диэлектрики, полупроводники. Зависимость концентрации носителей и уровня Ферми от температуры в собственных полупроводниках, в примесных полупроводниках, в компенсированных полупроводниках. Собственная проводимость. Область истощения примесей.

Примесная проводимость. Основные и неосновные носители заряда. Способы управления проводимостью в полупроводниках.

#### Раздел 4. Колебания решетки

Колебания простой цепочки. Колебания сложной цепочки. Акустические и оптические фононы. Продольные и поперечные колебания. Законы дисперсии для трехмерной решетки.

#### Раздел 5. Перенос и рассеяние носителей в однородных полупроводниках

Кинетическое уравнение Больцмана. Механизмы рассеяния: примесное рассеяние, рассеяние на акустических фононах, рассеяние на оптических фононах, рассеяние на дефектах, электрон-электронное рассеяние. Описание движения носителей в слабых полях. Подвижность носителей.

#### Раздел 6. Неравновесные явления в полупроводниках

Разогрев электронного газа в полупроводниках. Время релаксации импульса и энергии. Фотоионизация и фотопроводимость. Механизмы рекомбинации носителей. Время жизни фотовозбужденных носителей.

#### Раздел 7. Процессы переноса в неоднородных полупроводниках

Диффузия свободных носителей заряда. Ток диффузии. Ток дрейфа. Возникновение внутреннего поля в неоднородном полупроводнике. Соотношения Эйнштейна. Система уравнений для описания потенциалов, полей и токов. Максвелловская релаксация основных носителей. Время жизни неосновных носителей заряда. Диффузионная длина.

#### Раздел 8. Теория p-n перехода

Резкий и диффузный p-n переходы. Распределение заряда, структура поля и потенциала в переходе. Распределение концентрации основных и неосновных носителей. Переход в состояние равновесия. Обедненный слой. Диод под внешним напряжением. Формула Шокли. Вольт-амперные характеристики. Барьерная емкость перехода и сопротивление базы. Пробой p-n перехода.

#### Раздел 9. Устройства на базе диода

Выпрямители. Стабилизаторы. Варисторы. Варакторы. Диоды с накоплением заряда.

#### Раздел 10. Биполярный транзистор

Типы транзисторов. Теория работы транзистора. Токи созданные основными и неосновными носителями. Вольт-амперные характеристики. Модель Эберса-Молла. Параметры для описания транзисторов.

#### Раздел 11. Работа биполярных транзисторов в схемах

Режимы работы биполярного транзистора. Схемы включения транзисторов. Базовые элементы логики. Высокочастотные свойства.

#### Раздел 12. Явления на резкой границе раздела материалов

Контакт металл-полупроводник. Барьер Шоттки. Омический контакт. Структура металл-диэлектрик-полупроводник. Структура металл-окисел-полупроводник. Плотность поверхностных состояний. Гетеропереход.

#### Раздел 13. Полевой транзистор с p-n переходом и барьером Шоттки

Эффект поля. Распределение потенциала и поля в приборе. Расчет статических вольт-амперных характеристик. Типы и основные параметры транзисторов. Высокочастотные свойства.

#### Раздел 14. Полевой транзистор металл-диэлектрик-полупроводник

Принцип работы транзистора. Распределение потенциала и поля в приборе. Расчет статических вольт-амперных характеристик. Типы и основные параметры транзисторов. Высокочастотные свойства.

#### Раздел 15. Полевой транзистор металл-окисел-полупроводник

Принцип работы транзистора. Распределение потенциала и поля в приборе. Расчет статических вольт-амперных характеристик. Типы и основные параметры транзисторов. Высокочастотные свойства.

#### Раздел 16. Работа полевых транзисторов в схемах

Основные способы включения транзисторов. Комплементарные схемы. Базовые элементы логики.

Раздел 17. Полупроводниковые приборы СВЧ диапазона

Туннельный диод. Лавинно-пролетный диод. Генератор Ганна.

Раздел 18. Оптоэлектронные приборы

Фотодетекторы. Полупроводниковые лазеры. Солнечные батареи.

**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 промежуточной аттестации:** экзамен

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

### **Б1.Б.14 Микропроцессорные системы**

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

Целью преподавания дисциплины «Микропроцессорные системы» является изучение студентами базовых архитектур микропроцессорных систем (МПС), микропроцессоров (МК) и микроконтроллеров (МК); ознакомление студентов с методами организации сбора и обработки информации в системах контроля и управления; изучение студентами средств и технологий автоматизированного проектирования МПС.

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

Целью преподавания дисциплины «Микропроцессорные системы» является изучение студентами базовых архитектур микропроцессорных систем (МПС), микропроцессоров (МК) и микроконтроллеров (МК); ознакомление студентов с методами организации сбора и обработки информации в системах контроля и управления; изучение студентами средств и технологий автоматизированного проектирования МПС.

Программирование управляющих структур и обработка структурированных данных. Программирование ввода-вывода. Базовые манипуляции с портами. Организация прерываний. Реализация прямого доступа к памяти. Алгоритмы обработки данных в МПС. Алгоритмы первичной обработки данных. Алгоритмы цифрового регулирования. Пропорциональное регулирование, регулирование по интегралу, регулирование по производной. Сжатие информации. Инструментальные средства автоматизации проектирования МПС. Кросс-средства программирования. Кросс-компиляторы. Дизассемблеры. Симуляторы, внутрисхемные эмуляторы, оценочные платы.

**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 преобразования 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

**Формы текущей аттестации (при наличии):** защита лабораторных работ.

**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 ООП: (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:** 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:** коллоквиум

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт

**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 безопасной 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 газотравливаемых 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 промежуточной аттестации:** зачет

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

## **Б1.Б.19 Физическая культура**

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

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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

## **Б1.В.ОД.1 Радиотехнические цепи и сигналы**

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

формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, связанных с анализом радиосигналов, а также с исследованием цифровых систем. Главная задача - усвоить классификацию радиотехнических сигналов, способы их описания, методы их анализа, овладеть навыками расчета цифровых фильтров.

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

Классификация радиотехнических сигналов, помехи и шумы в радиотехнике и связи, понятие о модулированных колебаниях. АМ-модуляция. Разновидности сигналов с амплитудной модуляцией, их спектры. Импульсная модуляция. Радиосигналы с угловой модуляцией, спектры колебаний с угловой модуляцией, отличие сигналов с ЧМ и ФМ. Узкополосные сигналы и их аналитическое представление. Огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного радиосигнала. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта. Временной и частотный методы анализа радиосигналов в избирательных цепях. Последовательный и параллельный колебательный контуры. Основные статистические характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Методы анализа прохождения случайных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами. Оптимальная линейная фильтрация сигналов в приемных устройствах. Согласованный линейный фильтр. Примеры реализации согласованных фильтров. Дискретизация сигналов. Теорема отсчетов. Дискретизация периодических сигналов, ДПФ, БПФ, дискретная свертка. Теория z-преобразований. Алгоритмы линейной цифровой фильтрации, частотный коэффициент передачи, системная функция, импульсная характеристика цифрового фильтра. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Устойчивость цифровых фильтров. Методы синтеза трансверсальных фильтров. Методы синтеза рекурсивных фильтров.

**Формы текущей аттестации (при наличии):** защита лабораторных работ.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

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

## **Б1.В.ОД.2 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 со-

временной 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

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ОД.3 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.

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

#### **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.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

#### **Б1.В.ОД.4 Функциональная электроника**

##### **Краткое содержание учебной дисциплины**

Место функциональной электроники в современной радиофизике. Современная технология изготовления полупроводниковых приборов схемотехнической микро- и нанoeлектроника. Проблемы современной электроники. Понятие динамической неоднородности. Функциональная полупроводниковая электроника. Эффект Ганна. Приборы с зарядкой связью. Устройства функциональной полупроводниковой электроники. Генераторы СВЧ на основе эффекта Ганна. Усилители СВЧ на основе эффекта Ганна. Оптоэлектроника. Полупроводниковые светодиоды. Лазерные диоды. Фотодиоды. Фототранзисторы. Фототиристоры. Оптрроны и их применение. Акустоэлектроника. Фильтры на поверхностных акустических волнах. Усилители на поверхностных акустических волнах. Акустооптика. Акустооптическое взаимодействие в изотропных и анизотропных кристаллах. Акустооптические дефлекторы. Принципы акустооптической обработки радиосигналов. Акустооптические спектрoанализаторы. Основные принципы магнитоэлектроники и устройства на их основе. Магнитооптика. Криоэлектроника. Хемoeлектроника. Молекулярная электроника. Перспективы развития функциональной электроники.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

#### **Б1.В.ОД.5 Радиоприемные устройства**

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

выработать у студентов навыки обращения с современными радиоприемными устройствами, в т.ч. радиовещательными и телевизионными

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

Основные функции радиоприемных устройств. Структурные схемы приемников Входные цепи. Преобразователи частоты. Автоматическая регулировка усиления. Фазовая автоподстройка частоты. Методы борьбы с сосредоточенными и импульсными помехами. Методы борьбы с флуктуационными помехами. Многоканальные системы с частотным и временным разрешением. Методы модуляции при передаче дискретных сообщений. Сигнал изображения. Преобразователи цвет-сигнал и обратно. Принципы передачи и приема цветных изображений. Принципы построения системы SECAM. Принципы построения систем PAL и NTSC. Цифровой телевизионный сигнал. Методы цифровой обработки и кодирования изображений. Оценка и компенсация движения в цифровых телевизионных системах. Сжатие неподвижных изображений в стандарте JPEG. Стандарты сжатия движущихся изображений MPEG-1,2,4 и т.д. Помехоустойчивое кодирование.

**Формы текущей аттестации (при наличии):** защита лабораторных работ.

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

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

#### **Б1.В.ОД.6 Решение задач на ЭВМ**

##### **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 (при наличии):** защита лабораторных работ.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

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

## **Б1.В.ОД.7 Спецпрактикум**

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

Цель освоения дисциплины заключается в формировании минимума физических, системно-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 распределёнными 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.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.1.1 Введение в статистическую радиофизику и информатику**

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

Основной целью является изучение студентами основ теории случайных процессов, причем математическая теория излагается в тесной связи с методами теории случайных функций в радиофизике, модели случайных функций; рассмотрены также элементы теории информации и кодирования

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

Введение. Обзор областей применения. Случайные процессы и способы их описания. Физика возникновения случайных процессов и их математические модели: дельта-коррелированные случайные процессы, дробовые и тепловые шумы, фликкер-шумы. Узкополосный стационарный шум. Суперпозиция гармонического сигнала и гауссовского шума Винеровский процесс. Колебания, модулированные шумом (АМ, ФМ, ЧМ). Импульсные случайные процессы. Мера количества информации. Энтропия источника дискретных сообщений. Статистические свойства источника сообщений. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретного канала. Оптимальное статистическое кодирование сообщений. Энтропия непрерывных сообщений. Скорость передачи и пропускная способность непрерывного канала. Классификация корректирующих кодов. Принципы помехоустойчивого кодирования. Различные виды кодов (код с четным числом единиц, инверсный код, код Хэмминга, циклический код, код с постоянным весом, непрерывный код.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.1.2 Введение в радиофизику**

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

Основной целью является изучение студентами основ теории случайных процессов, причем математическая теория излагается в тесной связи с методами теории случайных функций в радиофизике, модели случайных функций; рассмотрены также элементы теории информации и кодирования

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

Введение. Обзор областей применения. Случайные процессы и способы их описания. Физика возникновения случайных процессов и их математические модели: дельта-коррелированные случайные процессы, дробовые и тепловые шумы, фликкер-шумы. Узкополосный стационарный шум. Суперпозиция гармонического сигнала и гауссовского шума Винеровский процесс. Колебания, модулированные шумом (АМ, ФМ, ЧМ). Импульсные случайные процессы. Мера количества информации. Энтропия источника дискретных сообщений. Статистические свойства источника сообщений. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретного канала. Оптимальное статистическое кодирование сообщений. Энтропия непрерывных сообщений. Скорость передачи и пропускная способность непрерывного канала. Классификация корректирующих кодов. Принципы помехоустойчивого кодирования. Различные виды кодов (код с четным числом единиц,

инверсный код, код Хэмминга, циклический код, код с постоянным весом, непрерывный код.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б3.В.ДВ.2.1 Цифровые методы в информационных системах**

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

Целью и задачами изучения курса является ознакомление с современным состоянием вопросов представления сигналов, сжатия, восстановления и цифровой обработки информационных сигналов. Ознакомления с современными технологиями цифровой модуляции и передачи сигналов.

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

Обобщенное описание сигналов в функциональном пространстве. Примеры полных ортонормированных систем- непрерывные, разрывные базисы. Вейвлет-анализ. Аналого-цифровое преобразование. Линейная ИКМ и ее характеристики. Компандированная, дифференциальная, адаптивная ИКМ. Дельта-модуляция. Расчет характеристик систем с ИКМ Физический уровень представления цифровых сигналов. НЧ Модуляция. Цифровая модуляция ВЧ несущей. OFDM. Спектры сигналов при цифровой модуляции Кодирование. Энтропия. Энтропийные алгоритмы сжатия. Алгоритм Хаффмана. Линейное предсказание речи. Кодеки систем сотовой связи с линейным предсказанием. Кодеки GSM. Характеристики цветного изображения. Стандарт JPEG. Структура видеопотока. Стандарты MPEG1-4 и H.26x. Беспроводная связь и ее пути развития. Перспективы сжатия видео.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

**Коды формируемых (сформированных) компетенций:** ПК-1, ПК-4

### **Б3.В.ДВ.2.2 Помехоустойчивость информационных систем**

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

Цель изучения дисциплины “Помехоустойчивость информационных систем” заключается в том, чтобы научить студентов синтезировать оптимальные алгоритмы приёма и обработки радиосигналов информационных систем, а также определять помехоустойчивость синтезированных алгоритмов.

Задачи изучения дисциплины “Помехоустойчивость информационных систем” состоят в овладении студентами основными методами статистического оптимального синтеза и анализа алгоритмов приёма полезных сигналов на фоне шумов.

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

Основные модели полезных сигналов в радиосистемах передачи информации. Информационные и неинформационные параметры. Статистическое описание рассмотренных полезных сигналов. Внутренние и внешние шумы приёмных устройств. Типы помех. Законы распределения шумов и помех. Приём, как задача выбора решения. Рандомизированные и нерандомизированные правила выбора решений. Байесовские и минимаксные системы Байесовские алгоритмы обнаружения и оценивания. Оптимальный приёмник Ву-



дворда – Девиса. Оптимальный приём детерминированного сигнала. Свойства достаточной статистики детерминированного сигнала. Энергетические и неэнергетические параметры. Оптимальный приём р/с со случайной начальной фазой (равномерное и неравномерное её распределение). Свойства достаточной статистики р/с со случайной начальной фазой.

Оптимальный приём федингующего сигнала. Медленные замирания. Быстрые общие замирания. Структура и свойства достаточной статистики при приёме федингующего сигнала.

Приём последовательности импульсов – когерентная и некогерентная обработка. Быстрые и медленные флуктуации при приёме последовательности импульсов. Возможные методы построения достаточных приёмников - корреляционный приём и фильтровая обработка. Оптимальные и квазиоптимальные фильтры. Оптимальное обнаружение сигналов. Критерии Неймана - Пирсона, идеального наблюдателя и байесовский критерий. Последовательное обнаружение. Сравнение помехоустойчивости последовательного обнаружения и обнаружения при фиксированной выборке. Обнаружение детерминированного сигнала и узкополосного радиосигнала со случайной начальной фазой и амплитудой. Сравнительный анализ помехоустойчивости обнаружения этих сигналов. Обнаружение быстрофедингующего сигнала. Приближённый расчёт характеристик обнаружения. Основные методы построения оценок неизвестных параметров сигнала и их характеристики. Свойства байесовских оценок при различных функциях потерь. Метод максимального правдоподобия. Метод малого параметра при определении характеристик оценок максимального правдоподобия. Информационная матрица Фишера. Аномальные ошибки оценивания. Приближённые методы расчёта вероятностей аномальных ошибок. Расчёт характеристик оценок максимального правдоподобия с учётом аномальных ошибок.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.3.1 Излучение, распространение и рассеяние радиоволн**

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

Уяснить физику формирования электромагнитного поля в дальней зоне различных антенн; дать представление о связи между амплитудой и пространственной структурой поля с размерами и формой излучателя, а также с амплитудно-фазовым распределением функции возбуждения; изучить физику процессов, происходящих при дифракции электромагнитного поля на простейших объектах, и освоить методику расчета поля дифракции в разных зонах; показать, что средой распространения электромагнитного поля можно рассматривать как специализированный процессор, осуществляющий определенные математические преобразования над полем объекта дифракции или излучателя; освоить методику расчета поля дифракции плоских объектов в разных зонах; ознакомиться с особенностями распространения радиоволн в различных средах; рассмотреть взаимодействие электромагнитного поля с радиолокационными рассеивателями и освоить методику определения эффективной поверхности рассеяния (ЭПР).

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

Решение волновых уравнений для плоских и сферических волн. Свойства сферических и плоских волн. Пространственный спектр плоских волн. Элементарные излучатели и их свойства. Решение задачи о поле в дальней зоне симметричного вибратора. ДН и её анализ. Параметры антенн на примере электрического вибратора. Эталонная антенна.

Поле в дальней зоне. ДН, ориентация и ширина главного лепестка, уровень боковых лепестков (УБЛ). Сканирование ДН. Осевое излучение. Оптимальный излучатель

Определение КНД и коэффициента рассеяния – эталонного излучателя для различных режимов работы. КНД двухмерных антенн. Коэффициент использования поверхности – КИП антенн. Решение задачи о поле в дальней зоне антенны со спадающей к краям амплитудой функции возбуждения типа «косинус на пьедестале». Анализ ДН, КНД, УБЛ, КИП. Волноводные излучатели. Влияние фазовых (линейных, квадратичных, кубических) на параметры антенн. Примеры излучателей с квадратичными фазовыми искажениями поля в раскрыве: рупорные антенны, зеркальные и линзовые антенны со смещенным из фокуса облучателем. Зеркальные и линзовые антенны. Формирование ДН в зоне Френеля. Построение специализированных процессоров на базе зеркальных и линзовых антенн, осуществляющих преобразование Фурье в реальном времени. Возможность одновременного обзора РЛ целей. Фазированные антенные решетки – ФАР. Определение поля в дальней зоне периодических ФАР. ДН ФАР. Теорема о перемножении ДН антенн сложной формы. Интерференционные максимумы ДН ФАР и способы их подавления. Электрическое сканирование ДН ФАР. Область пространства, участвующая в формировании поля в месте приема. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля и их размер. Влияние неоднородностей, расположенных в разных зонах Френеля, на формирование сигнала в месте приема. Дифракция электромагнитного поля. Коэффициент передачи и импульсная характеристика. Приближения при решении задач дифракции (излучения). Приближение Френеля. Критерий Релея. Приближение дальней зоны и геометрической оптики. Границы приближений. Дифракция плоских волн на полубесконечном экране. Решение задачи. Анализ амплитудной структуры поля в зависимости от места расположения приемной антенны. Дифракция поля на узкой щели. Цилиндрические волны. Распространение радиоволн в среде с потерями. Комплексная диэлектрическая постоянная. Фазовая постоянная и постоянная затухания для различных сред. Скин-эффект. Тропосфера и её влияние на распространение радиоволн. Ионосфера. Отражение радиоволн от ионизированных слоев. Критические и максимальные частоты при отражении радиоволн от ионосферы. Ионосферные станции. Эффект Кабанова. Распространение УКВ на космических радиопутьях. Основные типы космических радиопутьей. Потери мощности на трассе Земля-космос, изменение поляризации волны. Ошибки, вносимые атмосферой Земли, в определении координат объектов в космосе. Радиосвязь с использованием ИСЗ. Радиосвязь со спутниками на восходящем участке траектории, на стационарных орбитах и при вхождении в плотные слои атмосферы. Отражение и преломление радиоволн на границе раздела двух сред. Коэффициенты отражения для волн горизонтальной и вертикальной поляризации. Полное преломление, полное внутреннее отражение электромагнитных волн. Взаимодействие электромагнитных волн с рассеивателями. Характеристики радиолокационного рассеяния: моностатическое и бистатическое отражение, эффективная поверхность рассеяния (ЭПР) и затенения. Диффузные, зеркальные и резонансные рассеиватели. Радиолокационные рассеиватели простой формы. Определение ЭПР проводящей пластинки и ленты, диска, уголкового отражателя, полуволнового вибратора. Блестящие участки радиолокационных целей. Способы уменьшения отражений поля от объектов. Модулирующие радиолокационные рассеиватели. Модуляция электродинамических параметров рассеивателя – эффективный способ селекции рассеянного сигнала на фоне помех. Амплитудная модуляция дипольного отражателя.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б3.В.ДВ.3.2 Цифровое моделирование информационных систем**

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

Целью и задачами изучения курса является ознакомление с методами статистического моделирования случайных величин, случайных процессов и радиосистем, обрабатывающих стохастические сигналы, ознакомление с современными средствами статистического моделирования

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

Вероятностные модели. Моделирование равномерно распределенных случайных величин. Характеристики ДСЧ. Разыгрывание полной группы событий. Пример моделирования событий. Моделирование дискретных СВ на основе разыгрывания событий. Рекуррентные методы формирования дискретных СВ. Метод обратных функций, метод Неймана. Метод суперпозиций. Моделирование гауссовских СВ: метод ЦПТ, метод изотропного вектора. Моделирование негауссовских СВ с использованием гауссовских СВ. Моделирование гауссовских векторов. Схема моделирования векторов на основе условных плотностей вероятности Классификация гауссовских процессов. Выбор шага дискретизации. Метод скользящего суммирования. Расчет весовых коэффициентов формирующего фильтра. Рекуррентный метод формирования процессов. Метод ортогональных разложений. Принципы формирования негауссовских процессов путем нелинейного преобразования гауссовских. Формирование квазигармонических процессов. Метод статистических эквивалентов. Метод комплексных огибающих. Метод информационного параметра.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.4.1 Приборы и устройства твердотельной электроники в информационных системах и телекоммуникациях**

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

- ознакомление с основными типами полупроводниковых приборов и физическими процессами, обеспечивающими их работу
- дается анализ электронных процессов в объеме полупроводников, в электронно-дырочных переходах
- изучение методов построения простейших телекоммуникационных систем и их компонентов.

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

Введение. Цели и задачи курса, программа. Вклад ученых-лауреатов Нобелевских премий в развитие твердотельной электроники. Гетеропереходы. Зонные диаграммы гетеропереходов при различных комбинациях ширины запрещенной зоны полупроводников. Физика поверхности и МДП структуры. Область пространственного заряда. Вольт-фарадные характеристики структур МДП. МДП транзистор. Малосигнальные параметры, эквивалентная схема и быстродействие. МДП транзистор как элемент памяти. СВЧ полевые транзисторы с барьером Шоттки. Тиристоры. Однотранзисторные транзисторы. Полупроводниковые лазеры, светодиоды, лазеры на гетероструктурах. Фотодиоды и фототранзисторы, матрицы фотоприемников с зарядовой связью. Эффект Холла, квантовый эффект Холла

Приборы наноэлектроники для квантовых компьютеров.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.4.2 Каналы передачи информации в системах телекоммуникаций**

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

Цель изучения дисциплины состоит:

- в систематизации знаний о видах, характеристиках и особенностях каналов передачи информации, используемых в современных системах телекоммуникаций,
- в овладении методами синтеза моделей каналов передачи информации, и методами анализа преобразований сигналов в каналах на основе этих моделей.

Задачи преподавания дисциплины :

- классификация каналов передачи информации, используемых в системах телекоммуникаций;
- изучение физических процессов при распространении сигналов в каналах передачи информации,
- знакомство с характеристиками и особенностями реальных каналов передачи информации;
- изучение математических моделей каналов передачи информации, используемых в системах телекоммуникаций;
- овладение математическим аппаратом теории линейных каналов передачи информации, в том числе аппаратом системных функций;
- изучение общих закономерностей преобразования сигналов в каналах передачи информации, используемых в системах телекоммуникаций.

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

Понятие канала передачи информации. Понятие модели канала. Содержание модели канала. Виды моделей канала. Понятие системной функции канала. Классификация физических каналов передачи информации в системах телекоммуникаций. Виды каналов с направляющими элементами (проводных каналов). Проводной в узком смысле канал и его характеристики. Коаксиальный кабельный канал и его характеристики. Волоконно-оптический канал и его характеристики. Понятие беспроводного канала. Виды беспроводных радиоканалов. Атмосферный волноводный радиоканал и его характеристики. Радиоканал для связи под водой. Радиоканал с земной (поверхностной) волной и его характеристики. Виды каналов с ионосферной волной. Радиоканал с отраженной ионосферной волной и его характеристики. Радиоканал с ионосферным рассеянием и его характеристики. Радиоканал с отражением от следов метеоров и его характеристики. Виды каналов с тропосферной волной. Радиоканал с тропосферным рассеянием и его характеристики. Тропосферный волноводный радиоканал и его характеристики. Радиоканал с прямой волной и его характеристики. Виды каналов с прямой волной. Беспроводной оптический канал и его характеристики. Беспроводной гидроакустический канал и его характеристики. Виды математических моделей каналов передачи информации в системах телекоммуникаций. Детерминированные модели с постоянными параметрами. Импульсная характеристика и передаточные функции канала. Детерминированные модели с переменными параметрами. Импульсная характеристика и передаточные функции канала. Одночастотная и двухчастотная передаточные функции. Преобразование сигналов в канале во временной и частотной области. Связь модели канала с параметрами сигналов. Модели каналов со случайными параметрами. Математические ожидания системных функций канала и их физический смысл. Преобразование средних значений сигналов в канале со случайными параметрами. Случайные составляющие системных функций канала и преобразование

сигналов в канале. Корреляционные функции системных функций канала, их физический смысл. Модели каналов с ограничениями на структуру корреляционных функций системных функций канала. Модели случайных замираний в каналах со случайными параметрами. Связь модели канала с параметрами сигнала. Обобщенный радиоканал. Статистические характеристики огибающей и фазы сигнала на выходе обобщенного радиоканала.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.5.1 Излучение и распространение несинусоидальных волн**

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

Цель курса - ознакомить студентов с теоретическими основами применения несинусоидальных волн в перспективных радиофизических и радиотехнических системах. Основная задача курса - ознакомить студентов с передовыми концепциями и методами применения несинусоидальных волн, научить применению этих методов в научной и инженерной работе, экспериментальных исследованиях, при разработке перспективных радиофизических систем.

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

История применения несинусоидальных волн в радиофизических системах. Их место в системе моделей колебаний. Обзор областей применения несинусоидальных волн. Причины. повышения внимания специалистов к негармоническим колебаниям. Основные понятия и определения. Простейшие модели сверхширокополосных сигналов. Колебания без несущей. Синусоидальные несущие. Несинусоидальные несущие. Модуляция и демодуляция несинусоидальных колебаний. Явление резонанса для негармонических колебаний. Сосредоточенные резонансные цепи. Распределенные резонаторы негармонических колебаний. Диполь Герца. Антенные решетки из диполей Герца. Частотно-независимые антенны. Поглощение радиоволн в атмосфере. Распространение электромагнитных волн в морской воде. Шумы в различных средах. Типовая схема приемника несинусоидальных колебаний. Секвентный преобразователь. Секвентные фильтры. Дискриминатор формы колебаний. Применение несинусоидальных волн в системах связи. Применение несинусоидальных волн в радиолокации. Применение для исследования объектов радиофизическими методами.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.5.2 Основы мобильных систем связи**

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

формирование представления студентов о современных мобильных системах связи. В данном курсе изучаются радиофизические основы построения мобильных систем связи, архитектура и функционирование систем персонального вызова и сотовой связи. Рассматриваются перспективы развития телекоммуникационных систем.

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

Введение. Общие сведения о сетях подвижной связи. Системы пейджинговой связи. История развития систем сотовой подвижной связи. Функциональная схема систем сотовой связи. Алгоритм функционирования. Сотовые стандарты GSM. Уплотнение и множественный доступ. Организация физических и логических каналов в сотовых стандартах GSM. Сотовые стандарты CDMA. Физические и логические каналы. Физические принципы кодирования аналоговых источников. Кодирование канала. Принципы помехоустойчивого кодирования. Блочные и циклические коды. Формирование сигнала в радиоканале. Методы цифровой модуляции. Особенности распространения радиоволн в системах мобильной связи. Математические модели радиолиний. Модель распространения радиоволн в пространстве. Расчет уровня сигнала. Двухлучевая модель. Дифракция радиоволн на препятствии. Вероятностный характер распространения радиоволн в условиях города. Оптимальные методы демодуляции. Криптографические способы защиты информации в сотовых системах связи. Особенности функционирования спутниковых систем связи. Пакетная передача данных и доступ в Internet в системах мобильной связи. Перспективы развития современных систем мобильной связи.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.6.1 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). Диэлектрические и магнитные свойства биологических сред. Проницаемость биологических сред для радиоизлучения.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

## **Б1.В.ДВ.6.2 Теоретические основы нелинейной 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 цепей.

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

Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях. Безынерционные нелинейные преобразования сигналов. Внешние характеристики безынерционных нелинейных элементов. Кусочно-нелинейная и степенная аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом воздействии. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты. Безынерционные нелинейные преобразования суммы гармонических сигналов. Принцип работы нелинейного резонансного усилителя. Колебательная характеристика усилителя. Коэффициент полезного действия усилителя. Принцип резонансного умножителя частоты. Комбинационные частоты при полигармоническом воздействии на нелинейный элемент со степенной характеристикой. Амплитудная модуляция. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов. Принцип работы амплитудного модулятора. Получение сигналов с балансной модуляцией. Принцип детектирования АМ- сигнала. Угловая модуляция. Детектирование сигналов с угловой модуляцией. Получение сигналов с угловой модуляцией. Принцип работы фазового и частотного детекторов. Достоинства и недостатки частотных детекторов с преобразованием ЧМ в АМ и в ФМ. Преобразование сигналов в линейных параметрических цепях. Прохождение сигналов через резистивные параметрические цепи. Преобразователь частоты. Понятие параметрической цепи. Спектр тока в параметрическом резистивном двухполюснике. Реализация параметрических резистивных элементов. Преобразование частоты, синхронное детектирование. Принципы параметрического усиления. Энергетические соотношения в параметрических реактивных элементах. Схема замещения параметрического конденсатора. Реализация параметрически управляемых реактивных элементов. Однокаскадный параметрический усилитель. Активные цепи с обратной связью и автоколебательные системы. Передаточная функция линейной системы с обратной связью. Применение обратной связи в радиотехнических устройствах. Положительная и отрицательная обратная связь. Использование обратной связи для улучшения характеристик усилителей. Устойчивость цепей с обратной связью. Критерий устойчивости. Активные RC – фильтры. Операционный усилитель. Принцип построения активных RC – цепей на основе операционного усилителя. Масштабный усилитель. Аналоговый интегратор. Фильтр нижних частот. Автогенераторы гармонических колебаний. Условия возбуждения колебаний. Самовозбуждение автогенератора с трансформаторной обратной связью. Трехточечные автогенераторы. Автогенераторы гармонических колебаний. Стационарный режим работы. Метод укороченного уравнения. Средняя крутизна активного элемента. Зависимость режима возбуждения автогенератора от выбора рабочей точки активного элемента.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.7.1 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.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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

### **Б1.В.ДВ.7.2 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.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет

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



## Приложение 4. Аннотации программ практик

### Учебная вычислительная практика ( Учебная вычислительная по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)

#### 1. Цели учебной вычислительной практики

Целями учебной вычислительной практики 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 ВПО по направлению 03.03.03 Радиофизика, на основе изучения современного прикладного и специализированного программного обеспечения.

#### 2. Задачи учебной вычислительной практики

Задачами учебной вычислительной практики являются:

- ознакомление студентов с вычислительными мощностями кафедр радиофизики и электроники;
- 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;
- создание и оформление отчетов.

#### 3. Место учебной вычислительной практики в структуре ООП бакалавриата

Учебная (вычислительная) практика базируется на следующих разделах учебного плана: гуманитарный, социальный и экономический цикл, математический и естественно-научный цикл, профессиональный цикл, а также курсах, предшествующих прохождению данного вида практики: Математический анализ, Аналитическая геометрия и Линейная алгебра, Информатика, Алгоритмы и языки программирования.

Для прохождения учебной (вычислительной) практики студенты должны:

*знать:*

- основные понятия и методы математического анализа;
- основные понятия и методы аналитической геометрии и линейной алгебры;
- парадигму объектно-ориентированного программирования;
- достоинства и недостатки различных видов компьютерной графики, цветовые модели, палитры, форматы хранения графики с возможностью применения различных алгоритмов сжатия, возможности современных редакторов;
- этапы разработки программ и основные понятия структурного программирования;
- способы организации данных;
- основные элементы языка C++;

*уметь:*

- применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач;
- применять методы аналитической геометрии и линейной алгебры для решения практических задач;
- применять средства компьютерной графики для оформления научно-исследовательских, бакалаврских работ, для визуализации данных, полученных в профессиональной деятельности;
- разработать эффективный алгоритм,
- выбрать соответствующие языковые средства,
- определить структуру обрабатываемых данных;
- написать и документировать надежную и легко модифицируемую программу

*владеть:*

- методами интегрального и дифференциального исчисления;
- методами аналитической геометрии и линейной алгебры;
- навыками работы с современными средами создания объектно-ориентированных программ, средствами компилирования, компоновки и отладки;
- навыками работы в растровых и векторных редакторах графики;
- представлениями о взаимосвязи дисциплин специализации, о полном цикле изготовления интегральных схем.

В результате прохождения учебной вычислительной практики студенты приобретают знания, умения и навыки, необходимые для освоения дисциплин профессионального цикла и дисциплин профильной.

#### **4. Формы проведения учебной вычислительной практики**

Учебная вычислительная практика проводится в форме установочных лекций, экскурсий по научно-образовательным подразделениям и лабораториям ВГУ, выполнения заданий.

#### **5. Место и время проведения учебной вычислительной практики**

Учебная вычислительная практика проводится в лабораториях кафедр радиофизики и электроники физического факультета ВГУ.

Общая трудоемкость учебной практики составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

Время проведения учебной вычислительной практики - после 3 курса в июне-июле месяце (2 недели)

**6. Формы промежуточной аттестации (по итогам производственной практики) – защита отчета, зачет**

#### **7. Коды формируемых компетенций: ОПК-3, ПК-3**

**Производственная научно-исследовательская практика  
(Производственная по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)**

##### **1. Цели и задачи производственной практики**

Цель производственной практики состоит в ознакомления студентов с видами будущей профессиональной деятельности (проектной, организационно-технологической, производственно-управленческой, научно - исследовательской и т. п.), формирования практических

навыков, умений, приобретения опыта выполнения инженерных и научно-исследовательских работ, применении современных радиофизических и информационных технологий.

## **2. Время проведения производственной практики**

Сроки проведения практики: практика проводится в восьмом семестре после четвертого курса в июле-августе месяце продолжительность практики 2 недели (108 часов/3 зет).

## **3. Форма проведения производственной практики –**

Производственная практика проводится на кафедре радиофизики Воронежского государственного университета, в НИИ физики Воронежского государственного университета, на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

## **4. Содержание производственной практики**

Общее знакомство с местом проведения практики. Инструктаж по технике безопасности. Освоение теоретических, приборных и компьютерных инструментов.

Работы по начальному этапу исследования, работы по срединному этапу исследования, работы по заключительному этапу исследования.

Во время проведения производственной практики используются следующие технологии:

- приборные измерения аналоговыми приборами;
- приборные измерения цифровыми приборами;
- 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 подробный дневник практики, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем радиофизики и радиотехники. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации с научным руководителем.

**5. Формы промежуточной аттестации (по итогам производственной практики) –** защита отчета, зачёт

**6. Коды формируемых компетенций:** ПК-1, ПК-2, ПК-5

## **Производственная преддипломная практика**

### **1. Цели и задачи производственной преддипломной практики**

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.

## **2. Место производственной преддипломной практики в структуре ООП бакалавриата**

Производственная преддипломная практика является завершающим этапом обучения бакалавров выпускного курса. Производственная преддипломная практика базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в процессе теоретического обучения и прохождения всех предшествующих видов практик.

В результате прохождения производственной преддипломной практики студенты приобретают знания, умения и навыки, необходимые для выполнения выпускной квалификационной работы.

Производственная преддипломная практика проводится на 5 курсе в десятом семестре после завершения полного курса теоретического обучения и прохождения учебной практики и всех предшествующих видов производственных практик. Общая продолжительность данного вида практики 2 недели (108 часов, 3 зачетные единицы).

## **3. Форма проведения производственной преддипломной практики** - Производственная преддипломная практика проводится на кафедрах радиофизики и электроники Воронежского госуниверситета, в НИИ физики Воронежского госуниверситета, на предприятиях радиоэлектронной промышленности.

## **4. Формы промежуточной аттестации (по итогам производственной практики) – защита отчета, зачёт**

## **5. Коды формируемых компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-5**











**Приложение 6. Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Привлечено \_\_\_\_\_ 91 \_\_\_\_\_ преподаватель  
*Всего*

Из них в пересчёте на долю ставки:

Имеют ученую степень, ученое звание	<u>80%</u>	, из них
докторов наук, профессоров	<u>27%</u>	;
ведущих специалистов	<u>5%</u>	.

## Приложение 7. Библиотечно-информационное обеспечение

### Наличие учебной и учебно-методической литературы

№ п/п	Уровень, ступень образования, вид образовательной программы (основная/дополнительная), направление подготовки, специальность, профессия	Объем фонда учебной и учебно-методической литературы		Количество экземпляров литературы на одного обучающегося
		Количество наименований	Количество экземпляров	
1	2	3	4	5
	<i>Высшее образование, бакалавриат, основная, направление 03.03.03 Радиофизика, профиль – Физика информационных систем и телекоммуникаций</i>			
	В том числе по циклам дисциплин:			
	Гуманитарный, социальный и экономический	53	2205	44
	Математический и естественнонаучный	78	3235	161
	Профессиональный	42	738	47
	В том числе по циклам дисциплин:			
	Базовая часть	38	605	39
	Вариативная часть	31	428	28

Обеспечение образовательного процесса официальными периодическими,  
справочно-библиографическими изданиями,  
научной литературой и электронно-библиотечной системой

№ п/п	Типы изданий	Количество наименований	Количество однотомных экземпляров, годовых и (или) многотомных комплектов
1	2	3	4
1.	Официальные издания (сборники законодательных актов, нормативных правовых актов и кодексов Российской Федерации (отдельно изданные, продолжающиеся и периодические))	11	34
2.	Общественно-политические и научно-популярные периодические издания (журналы и газеты)		
3.	Научные периодические издания (по профилю (направленности) образовательных программ)	85	93
4.	Справочно-библиографические издания:		
4.1.	- энциклопедии (энциклопедические словари)	17	25
4.2.	- отраслевые словари и справочники (по профилю (направленности) образовательных программ)	54	67
4.3.	- текущие и ретроспективные отраслевые библиографические пособия (по профилю (направленности) образовательных программ)	3	3
5.	Научная литература	3279	5764
6.	Наименование электронно-библиотечной системы, предоставляющей возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, адрес в сети Интернет	ЭБС «Издательства «Лань» Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» ЭБС «Консультант студента»	

Всем обучающимся обеспечен доступ к электронно-библиотечной системе и электронному каталогу

## Приложение 8. Материально-техническое обеспечение

### Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

<b>Дисциплины</b>	<b>Перечень оборудования</b>	<b>Место расположения</b>
История	Ауд. 329. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	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,
Экономика	Ауд. 329. 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,
Правоведение	Ауд. 227. Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S.	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,
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,
Атомная физика	Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515 лаб.33Устройство для наблюдения распада мезонов космического излучения и оценки их средней энергии на поверхности Земли.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Ядерная физика	Ауд. 428. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515 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,
Теория вероятностей и матема-	Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская

тическая статистика		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,
Информатика	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	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,
Общий физический практикум	лаб.427.Лабораторные комплексы ЛКО-3, ЛКО-11, ЛКО-1А, ЛКО-3, Поляриметр круговой СМ-3, Фотометр КФК-5М; лаб.145.Комплект приборов для физических измерений по теме "Молекулярная физика и термодинамика" – ФПТ	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,
Методы математической физики	Ауд. 435. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	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, лаб.407,425,426,	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Физика сплошных сред	Ауд. 435. Ноутбук ASUS K50AF, проектор Samsung SP-M200S., лаб.407,425,426,	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Распространение электромагнитных волн	Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515, лаб.407,425,426,	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Статистическая радиофизика	Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515 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,
Радиоэлектроника	Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515, лаб.420	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Физическая электроника	Ауд. 437. Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515 лаб.407,425,426,,	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Полупроводниковая электроника	ауд 414, лабораторные сиенды 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
Безопасность жизнедеятельности	лаб.110, Компьютеры III поколения - 16, принтер лазерный - 2.Сканер, мультимедийные проекторы - 3 шт., лаб111. Плакаты по темама лекций , тренажеры для отработки сердечно-легочной реанимации, комплект шин (Дитерихса, Крамера для верхних и нижних конечностей), Воротник Шанса, дозиметры, стенды с демонстрационными материалами.	г. Воронеж, ул. Пушкинская 16, уч. корпус №4
Микропроцессорные системы	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.) лаб410	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Численные методы и математическое моделирование	учебно-научная лаборатория "Радиофизическая информатика", ауд. 415, оснащенная 12 компьютерами Intel Celeron 2,53, ОЗУ 256Мб, НЖМД 80Гб	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,
Интегральные уравнения и вариационное исчисление	Ауд. 437. Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	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,
Радиотехнические цепи и сигналы	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Celeron 2.53 (15 шт.), ауд. 307, лабораторные комплексы для изучения радиофизики и электроники: генераторы сигналов ГЗ-34, осциллографы С1-43б С1-67, анализатор спектра, измеритель нелинейных искажений, счётчики импульсов, лабораторные макеты	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1, ауд. 415, 307
Радиоприемные устройства	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Celeron 2.53 (15 шт.), ауд. 307, лабораторные комплексы для изучения радиофизики и электроники: генераторы сигналов ГЗ-34, осциллографы С1-43б 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.), лаб.407,425,426,	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Функциональная электроника	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Celeron 2.53 (15 шт.), лаб.407,425,426,	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Решение задач на ЭВМ	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Celeron 2.53 (15 шт.), лаб 415	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Радиофизические методы	Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,
Введение в статистическую радиофизику и информатику	Ноутбук HP ProBook 4510s, проектор Sanyo PLC-WXU300	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, 415
Введение в радиофизику	Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. №415
Цифровые методы в информационных системах	Ноутбук Acer ASPIRE 5732ZG, проектор BenQ MP515	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1, ауд. № 415

Помехоустойчивость информационных систем	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.),лаб414	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Излучение, распространение и рассеяние радиоволн	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.),лаб414	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Цифровое моделирование информационных систем	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.),лаб414	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Приборы и устройства твердотельной электроники в информационных системах и телекоммуникациях	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.),лаб414	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Каналы передачи информации в системах телекоммуникаций	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1,
Излучение и распространение несинусоидальных волн	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1,
Основы мобильных систем связи	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1,
Теоретические основы нелинейной радиотехники	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Технические средства защиты интеллектуальной собственности	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Основы криптографии	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.)	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Защита информации в микроэлектронике	Лаборатория вычислительных систем и математического моделирования: компьютеры Pentium Dual Core (10 шт.) 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
Спецпрактикум	учебно-научная лаборатория "Радиофизическая информатика", ауд. 415, оснащенная 12 компьютерами Intel Celeron 2,53, ОЗУ 256Мб, НЖМД 80Гб	г. Воронеж, Университетская площадь, д.1
Физическая культура	Спортзал, тренажерный зал.	г. Воронеж, Университетская пл.1, учебный корпус №1,

