



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)**

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«25» апреля 2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Статистическая теория радиотехнических систем»**

*(наименование дисциплины)*

**11.03.01 Радиотехника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Радиоэлектронные системы**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**очная**

*(форма обучения)*

**2023**

*(год набора)*

**Брянск 2023**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Статистическая теория радиотехнических систем»

(наименование дисциплины)

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Радиоэлектронные системы

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Горбунов А.Н.

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Электронные, радиоэлектронные и  
электротехнические системы»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

« 05 » апреля 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Малаханов А.А.

(И.О. Фамилия)

© Горбунов А.Н. 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	9
5.3. Лекции .....	10
5.4. Лабораторные работы .....	12
5.5. Практические занятия .....	13
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	14
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	18
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	18
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	19
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	20
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	20
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	20
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	21
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	22

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	23
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	23
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	25
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	27
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	27
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	27
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	28
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	29
12.5. Характеристика результатов обучения .....	29
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	30
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	30

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – изучение методов анализа случайных радиотехнических сигналов и их прохождения через линейные и нелинейные радиотехнические цепи

**Задачи** дисциплины:

- изучение основ теории случайных сигналов;
- анализ прохождения случайных сигналов через линейные цепи;
- ознакомление с узкополосными случайными процессами;
- выполнение задач преобразования случайных процессов;
- изучение основ оптимальной линейной фильтрации.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется на 3 курсе(-ах) в 6 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: *«Электродинамика и распространение радиоволн», «Основы теории цепей», Схемотехника аналоговых электронных устройств».*

Параллельно изучаются дисциплины: *«Основы конструирования и технологии приборостроения и производства радиоэлектронных систем», «Устройства сверхвысокой частоты и антенны»*

Базируются на изучении дисциплины: *«Устройства сверхвысокой частоты и антенны», «Устройства приема и преобразования сигналов», «Устройства формирования и генерирования сигналов».*

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-1, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-1. Способен строить математиче-	ПК-1.1. Имеет представление о методах построения математических и компьютерных	современные тенденции развития	выбирать оптимальные решения при	методами проектирования радио-технических

<p>ские и компьютерные модели электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>	<p>моделей электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения.</p> <p>ПК-1.2.Строит физические и математические модели электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения.</p> <p>ПК-1.3. Имеет навыки компьютерного моделирования электронных приборов, схем, устройств, узлов и установок электроники и радиоэлектронных систем различного функционального назначения</p>	<p>радиотехнических систем, характеристики используемых сигналов, модели помех; основные характеристики случайных радиотехнических сигналов и помех, методы анализа прохождения случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи, методы оптимальной фильтрации сигналов на фоне помех; основные методы моделирования электрических цепей при воздействии на них случайных радиотехнических сигналов и помех.</p>	<p>проектировании радиотехнических устройств с учетом наличия помех; решать прикладные задачи определения характеристик случайных сигналов при прохождении через линейные и нелинейные радиотехнические цепи, выбирать оптимальные схемотехнические решения с учетом воздействия помех при проектировании радиотехнических устройств; использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач при проектировании радиотехнических устройств.</p>	<p>устройств с учетом современных достижений науки и техники; методами анализа характеристик радиотехнических сигналов и помехи расчета оптимальных фильтров при прохождении случайных сигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи; ния радиоэлектронных устройств с учетом воздействия на них случайных радиотехнических сигналов и помех.</p>
--	---	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц(ы) (216 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>	<b>48</b>	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>114</b>	-	-	-	-	-	114	-	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>	<b>54</b>												
3.1. Экзамен, семестр	54	6											
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (6 з.е.)</b>	<b>216</b>	216											

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Основы теории случайных сигналов</b>	<b>42</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>30</b>

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовы случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Стационарность.	11	1		2	8
Тема 2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	11	1		2	8
Тема 3. Энергетический спектр случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.	11	1	2		8
Тема 4. Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	9	1		2	6
<b>Раздел 2. Анализ прохождения случайных сигналов через линейные цепи</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
Тема 5. Энергетический спектр и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	9	1	2		6
Тема 6. Шумовая полоса пропускания цепи	9	1	2		6
Тема 7. Прохождение случайных процессов через линейные избирательные цепи.	11	1	2		8
<b>Раздел 3. Узкополосные случайные процессы</b>	<b>33</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
Тема 8. Энергетический спектр и корреляционная функция узкополосного случайного процесса.	11	1		2	8
Тема 9. Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного процесса, их статистические характеристики.	11	1		2	8
Тема 10. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса. Распределения Рэлея и Райса.	11	1		2	8
<b>Раздел 4. Нелинейные преобразования случайных процессов</b>	<b>33</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>24</b>



Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 11. Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	11	1		2	8
Тема 12. Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	11	1		2	8
Тема 13. Анализ прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор.	11	1	2		8
<b>Раздел 5. Оптимальная линейная фильтрация</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
Тема 14. Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы.	14	2	4		8
Тема 15. Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	11	1	2		8
<b>Итого</b>	<b>162</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>114</b>

## 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-1	...	...	...	...	...	...
<b>Раздел 1. Основы теории случайных сигналов</b>	+						
Тема 1. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовы случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Стационарность.	+						
Тема 2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	+						
Тема 3. Энергетический спектр случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-1	...	...	...	...	...	...
Тема 4. Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	+						
<b>Раздел 2. Анализ прохождения случайных сигналов через линейные цепи</b>	+						
Тема 5. Энергетический спектр и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	+						
Тема 6. Шумовая полоса пропускания цепи	+						
Тема 7. Прохождение случайных процессов через линейные избирательные цепи.	+						
<b>Раздел 3. Узкополосные случайные процессы</b>	+						
Тема 8. Энергетический спектр и корреляционная функция узкополосного случайного процесса.	+						
Тема 9. Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного процесса, их статистические характеристики.	+						
Тема 10. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса. Распределения Рэлея и Райса.	+						
<b>Раздел 4. Нелинейные преобразования случайных процессов</b>	+						
Тема 11. Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	+						
Тема 12. Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	+						
Тема 13. Анализ прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор.	+						
<b>Раздел 5. Оптимальная линейная фильтрация</b>	+						
Тема 14. Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы.	+						
Тема 15. Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	+						

### 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероят-	Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
ности и функция распределения. Моменты. Гауссовы случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Стационарность.	распределения. Моменты. Гауссовы случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Стационарность.	
Тема 2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	1
Тема 3. Энергетический спектр случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.	Энергетический спектр случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.	1
Тема 4. Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	1
Тема 5. Энергетический спектр и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	Энергетический спектр и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	1
Тема 6. Шумовая полоса пропускания цепи	Шумовая полоса пропускания цепи	1
Тема 7. Прохождение случайных процессов через линейные избирательные цепи.	Прохождение случайных процессов через линейные избирательные цепи.	1
Тема 8. Энергетический спектр и корреляционная функция узкополосного случайного процесса.	Энергетический спектр и корреляционная функция узкополосного случайного процесса.	1
Тема 9. Синфазная и квадратурная компоненты узко-	Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
полосного процесса, их статистические характеристики.	процесса, их статистические характеристики.	
Тема 10. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса. Распределения Рэлея и Райса.	Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса. Распределения Рэлея и Райса.	1
Тема 11. Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	1
Тема 12. Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	1
Тема 13. Анализ прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор.	Анализ прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор.	1
Тема 14. Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы.	Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы.	2
Тема 15. Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	1
<b>Итого</b>	–	<b>16</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
Тема 3. Энергетический спектр случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.	Исследование энергетического спектра случайных сигналов.	2
Тема 5. Энергетический спектр и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	Исследование энергетического спектра и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	2
Тема 6. Шумовая полоса пропускания цепи	Определение шумовой полосы пропускания линейной радиотехнической цепи.	2
Тема 7. Прохождение случайных процессов через линейные избирательные цепи.	Исследование процессов прохождения случайных сигналов через линейные избирательные цепи.	2
Тема 13. Анализ прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор.	Исследование характеристик прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор	2
Тема 14. Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы.	Исследование отношения сигнал/шум при использовании согласованных фильтров для выделения сигналов известной формы.	4
Тема 15. Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	Исследование фильтров, минимизирующих среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	2
<b>Итого</b>	–	<b>16</b>

### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 1. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовы случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Стационарность.	Определение плотностей вероятности, функций моментов распределения случайных процессов.	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	Определение корреляционной и взаимно корреляционной функции случайного процесса.	2
Тема 4. Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	Определение характеристик источников шума в радиотехнических устройствах.	2
Тема 8. Энергетический спектр и корреляционная функция узкополосного случайного процесса.	Определение энергетического спектра и корреляционной функции и узкополосного случайного процесса.	2
Тема 9. Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного процесса, их статистические характеристики.	Определение статистических характеристик синфазной и квадратурной компонент узкополосного случайного процесса	2
Тема 10. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса. Распределения Рэлея и Райса.	Определение статистических характеристик огибающей и фазы узкополосного процесса.	2
Тема 11. Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	Определение плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	2
Тема 12. Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	Определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях случайного процесса.	2
<b>Итого</b>	–	<b>16</b>

### 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 1. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовы случайные	Плотность вероятности и функция распределения. Моменты.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
величины. Основные понятия теории случайных процессов. Стационарность.	
Тема 2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.
Тема 4. Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.
Тема 9. Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного процесса, их статистические характеристики.	Синфазные сигналы
Тема 12. Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	Определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 1. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовы случайные величины. Основные	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
понятия теории случайных процессов. Стационарность.	Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 2. Корреляционная и взаимно корреляционная функции. Эргодичность. Методы экспериментального определения характеристик эргодических процессов.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 3. Энергетический спектр случайных сигналов. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 4. Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум резисторов. Формула Найквиста. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 5. Энергетический спектр и корреляционная функция случайного процесса на выходе линейной стационарной системы.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 6. Шумовая полоса пропускания цепи	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 7. Прохождение случайных процессов через линейные избирательные цепи.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 8. Энергетический спектр и	Написание конспекта.



Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
корреляционная функция узкополосного случайного процесса.	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 9. Синфазная и квадратурная компоненты узкополосного процесса, их статистические характеристики.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 10. Статистические характеристики огибающей и фазы узкополосного процесса. Распределения Рэлея и Райса.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 11. Методы определения плотности вероятности при нелинейных преобразованиях случайных процессов.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 12. Методы определения корреляционной функции при нелинейных преобразованиях: прямой метод, определение корреляционной функции при полиномиальном нелинейном преобразовании случайного процесса.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 13. Анализ прохождения узкополосного процесса через линейный и квадратичный детектор.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 14. Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
формы.	Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 15. Фильтры, минимизирующие среднеквадратическую ошибку воспроизведения случайных сигналов.	Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к лабораторной работе. Выполнение РГР Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

Учебным планом в рамках дисциплины не предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР).

### 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия / Лабораторные работы	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.); - письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев и т.д.); - тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности

обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Применяемые образовательные технологии</b>
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия / Лабораторные работы	Решение практических задач.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Выполнение практического задания / лабораторной работы. Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к зачету
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	Экзамен (в устной или письменной форме).

## **7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ – «Статистическая теория радиотехнических систем – автор Горбунов А.Н. для обучающихся по направлению подготовки

11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

В учебно-методическое обеспечение включены методические указания для выполнения, лабораторных работ, практических занятий.

Методические указания разработаны в соответствии с тематикой дисциплины и учебным планом.

### **8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная литература***

1. Соколова, Д. О. Статистическая теория радиотехнических систем. Обнаружение и различение сигналов : учебное пособие / Д. О. Соколова, А. А. Спектор. – Новосибирск : НГТУ, 2022. – 111 с. – ISBN 978-5-7782-4687-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/306071>

#### ***б) дополнительная литература***

1. Попов, Д. И. Статистическая теория радиотехнических систем : учебное пособие / Д. И. Попов. – Рязань : РГРТУ, 2014. – 56 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168229>

2. Волосюк, В. К. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации : учебное пособие / В. К. Волосюк, В. Ф. Кравченко ; под редакцией В. Ф. Кравченко. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 704 с. – ISBN 978-5-9221-0895-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/49105>

3. Акулиничев Ю.П. Радиотехнические системы передачи информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернгардт. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 195 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72171.html>

4. Акулиничев Ю.П. Теория и техника передачи информации [Электрон-

ный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернагдт. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 210 с. – 978-5-4332-0035-7. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13984.html>

5. Тисленко, В. И. Статистическая теория радиотехнических систем : учебное пособие / В. И. Тисленко. – Москва : ТУСУР, 2016. – 160 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110269>

6. Тисленко, В. И. Статистическая теория радиотехнических систем : учебное пособие / В. И. Тисленко. – Москва : ТУСУР, 2016. – 43 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110270>

#### **б) справочная литература**

1. не предусмотрена

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины**

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
- 5). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 6). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

### **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем**

- 1). Операционная система класса Microsoft Windows.
- 2). Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.
- 3). Программный пакет инженерных расчетов SciLab – свободно распространяемое ПО
- 4). Пакет CadenceOrcad.

*Примечание: Для выполнения лабораторных работ достаточно использовать ознакомительные (демонстрационные) версии OrCAD*

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным

комплект программно-технического обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном;

- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информа-

ция должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

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

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **11.1. Методические материалы для педагогических работников**

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая

лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

**Организация лабораторных занятий по дисциплине** направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;



- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;
- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;
- смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;
- на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

***Самостоятельная работа обучающихся*** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Лабораторные работы	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оцени-

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	вания и др.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-15). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-15).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине

### 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине

<b>Оценка</b>	<b>Оцениваемые параметры</b>
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. Имеются незначительные недочеты в определении единиц измерения, точности вычислений и т.п. На защите ответ обучающегося в целом полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«удовлетворительно»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточном уровне, без существенных смысловых и логических ошибок. Задание решено верно, но имеются значительные недочеты в его решении, связанные с неполнотой ответа, с правильным исчислением одних данных и неверным – других и пр. На защите ответ неполный. Обучающийся способен четко изложить решение задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	Теоретический вопрос не раскрыт или раскрыт не полностью при наличии разного рода неточностей и ошибок. Задание решено со значительными недочетами, с неполными ответами, с неправильным исчислением данных. На защите ответ обучающегося неполный. Обучающийся не способен четко изложить решение задания, допускает неточности в формулировке собственных выводов, не способен проанализировать основные показатели. Графический материал не представлен или представлен не в полном объеме.

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено / «отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный (зачтено / «хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый (зачтено / «удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (не зачтено / «неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

#### 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

#### 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
«Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены

Оценка	Характеристика результатов обучения
дисциплине)	
«Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Статистическая теория радиотехнических систем», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования ([edu.tu-bryansk.ru](http://edu.tu-bryansk.ru)), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая теория радиотехнических систем».

## 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на

создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.