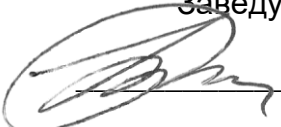


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
электроники  
Бобрешов А.М.



31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.27 Основы теории передачи информации**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

*09.03.01 Информатика и вычислительная техника*

**2. Профиль подготовки/специализация:**

*Вычислительные машины, комплексы, системы и сети*

**3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**4. Форма обучения: очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники**

**6. Составители программы: Нахмансон Геннадий Симонович, доктор технических наук, профессор**

---

**7. Рекомендована:**

НМС физического факультета 23.06.2021, № протокола: 6

**8. Учебный год: 2024/2025**

**Семестр(ы): 7**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью дисциплины является подготовка специалиста к научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности при разработке современных информационных систем. Задачей дисциплины является изучение принципов построения систем передачи информации, их характеристик, показателей качества, каналов передачи информации, их свойств, особенностей функционирования.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла образовательной программы по направлению «Информатика и вычислительная техника».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Опирается на основы математики, физики, вычислительной техники и программирования при построении модели предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования	Использует знания об устройстве передачи информации на аппаратном уровне
		ОПК-1.2	Планирует решение профессиональных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Планирует развитие инфраструктуры, аппаратного и программного обеспечения для поддержки актуального стека протоколов связи
		ОПК-1.3	Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования	Измеряет и анализирует характеристики современных протоколов передачи информации
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1	Осуществляет поиск, сбор, хранение, обработку, представление информации при решении задач профессиональной деятельности	Оценивает информационные характеристики данных
		ОПК-2.2	Подбирает и использует информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности	Выбирает методы сжатия и передачи информации на основе анализа требований заказчика
ПК-6	Способен принимать участие в разработке систем телекоммуникаций	ПК-6.1	Владеет базовыми знаниями теории передачи информации	Знает информационные характеристики каналов передачи информации и умеет их применять на практике
		ПК-6.4	Применяет на практике математический и физический аппарат при решении профессиональных задач в области систем	Уверенно использует методы измерения и расчета характеристик современных информационных систем

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации экзамен.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
Аудиторные занятия	72	72	
в том числе: лекции	36	36	
практические	36	36	
лабораторные			
Самостоятельная работа	72	72	
Форма промежуточной аттестации ( экзамен – 36 час.)	36	36	
Итого:	180	180	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Системы передачи информации. Характеристики. Показатели качества.
1.2	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Амплитудно-модулированные сигналы
1.3	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Сигналы с балансной и однополосной модуляцией
1.4	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Сигналы с частотной модуляцией
1.5	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Сигналы с импульсными видами модуляции
1.6	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Спектры дискретизированных сигналов.
1.7	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи
1.8	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Дискретное Z- преобразование. Свойства Z- преобразования
1.9	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Дискретная обработка информации.
1.10	Случайные сигналы и теория информации	Случайные сигналы. их частотные и корреляционные характеристики.
1.11	Случайные сигналы и теория информации	Понятия теории информации. Энтропия, Информационные характеристики каналов.
1.12	Случайные сигналы и теория информации	Пропускная способность дискретного и непрерывного каналов.
1.13	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Обнаружение сигналов. Статистические критерии обнаружения.
1.14	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Функционал отношения правдоподобия..Обнаружение известного сигнала.
1.15	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. Характеристики обнаружения.

1.16	Оптимальный прием сигналов .Обнаружение	Обнаружение сигнала со случайными начальной фазой и амплитудой. Характеристики обнаружения
1.17	Различение сигналов. Ошибки приема	Различение сигналов. Различение сигналов со случайной начальной фазой. Характеристики различения.
1.18	Различение сигналов. Ошибки приема	Различение сигналов со случайными амплитудой и начальной фазой. Характеристики различения.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Расчет характеристик АМ сигналов
2.2	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Расчет характеристик сигналов с БМ и ОМ
2.3	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Расчет характеристик сигналов с ЧМ
2.4	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	Расчет характеристик сигналов ЧМ
2.5	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Расчет характеристик сигналов АИМ, ФИМ
2.6	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Расчет характеристик сигналов ШИМ, ЧИМ
2.7	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Расчет характеристик дискретизированных сигналов
2.8	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Расчет характеристик сигналов в виде Z- преобразования
2.9	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	Расчет характеристик цифровых фильтров
2.10	Случайные сигналы и теория информации	Расчет корреляционных характеристик случайных сигналов
2.11	Случайные сигналы и теория информации	Расчет спектральных характеристик случайных сигналов
2.12	Случайные сигналы и теория информации	Расчет информационных оценок каналов передачи информации
2.13	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Расчет характеристик обнаружения известных сигналов
2.14	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Расчет характеристик обнаружения сигналов со случайной начальной фазой
2.15	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Расчет характеристик обнаружения сигналов со случайными начальной фазой и амплитудой
2.16	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	Расчет характеристик обнаружения когерентных и некогерентных пачек сигналов
2.17	Различение сигналов. Ошибки приема	Расчет характеристик различения сигналов
2.18	Различение сигналов. Ошибки приема	Расчет ошибок различения сигналов

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ	8	8		16	32
2	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы	10	10		20	40
3	Случайные сигналы и теория информации	6	6		12	24

4	Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	8	8		16	32
5	Различение сигналов. Ошибки приема	4	4		8	16
	экзамен	36				36
	Итого:	72	36		72	180

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

Лекция представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. Рекомендуется записывать не каждое слово лектора, а постараться записать его основную мысль, используя понятные сокращения.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

1. работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
2. работа над темами для самостоятельного изучения;
3. участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
4. подготовка экзамену.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1	А.С.Аджемов, В.Г.Савенков. Общая теория связи. Учебник для вузов. -М.: Горячая линия, 2018. -624с.
2	Радиосистемы передачи информации: учебное пособие для вузов./Под ред. И.М.Теплякова. -М.: Радио и связь, 1982. -264с.
3	П.И. Пенин, П.И. Филиппов. Радиотехнические системы передачи информации: учебное пособие для вузов. -М.: Радио и связь, 1984. -256с
4	Д.Прокис. Цифровая связь. -М.: Радио и связь, 2000. -800с

б) дополнительная литература:

1	Р. Галлагер. Теория информации надежная связь. -М.: Сов.радио, 1074. -720с.
---	-----------------------------------------------------------------------------

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Источник
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus</a>
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486</a>
3.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436</a>
4.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360</a>
5.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344</a>
6.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336</a>
7.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310</a>

### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1	В.Т. Горяинов, А.Г.Журавлев, В.И.Тихонов, Статистическая радиотехника. Примеры и задачи. Учебное пособие для вузов/Под ред. В.И.Тихонова. -М.: Сов.радио, 1980.-544с.

### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Не используются

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Магнитно-маркерная или меловая доска, парты и стулья для обучающихся

### 19. Фонд оценочных средств:

#### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ, Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы, Оптимальный прием сигналов. Обнаружение	практические задания 1-26
ОПК-2 ПК-6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ПК-6.1 ПК-6.4	Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы Оптимальный прием сигналов	практические задания 1-26 практические задания 1-26

	.Обнаружение	
	Оптимальный прием сигналов	практические задания 1-26
	.Обнаружение	
Промежуточная аттестация		КИМ на основе перечня вопросов для экзамена

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Содержатся отдельные пробелы.....,	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания..., или не умеет....., или имеет не полное представление....., допускает существенные ошибки...	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.....,	–	Неудовлетворительно

## 19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Перечень вопросов к экзамену :

1. Основные понятия и определения. Системы, линии и канал передачи информации.
2. Многоканальные системы связи.
3. Показатели качества систем связи: достоверность передачи сообщений.
4. Помехоустойчивость, скорость передачи информации, эффективность систем связи.
5. Амплитудно-модулированные сигналы (АМС).
6. АМС с одно- тональной модуляцией и его спектр.
7. АМС с много- тональной модуляцией и его спектр.
8. Схема реализации АМС.
9. Балансная модуляция.
10. Одрнполосная модуляция.

11. Частотно модулированные сигналы(ЧМС).
- 12.ЧМС с однотоновой модуляцией.
- 13.Спектр ЧМС с однотоновой модуляцией.
- 14.Схема реализации ЧММС с помощью варикапа.
- 15.Средняя мощность периодической последовательности импульсов.
16. Средняя мощность периодической последовательности прямоугольных импульсов.
- 17.Сигналы с модуляцией импульсных последовательностей
- 18.Амплитудная импульсная модуляция(АИМ).
- 19.Широтно-импульсная модуляция (ШИМ).
20. Фазоимпульсная модуляция (ФИМ).
21. Частотно-импульсная модуляция (ФИМ).
22. Цифровые виды модуляции.
23. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные.
- 24.Аналитические выражения для реальных дискретизированных сигналов.
- 25.Спектр дискретизированного сигнала.
- 26.Квантование по уровню дискретизированного сигнала
- 27.Погрешность квантования.
- 28.Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП).
- 29.Случайные сигналы. Функции распределения.
- 30.Плотность вероятностей случайной величины.
- 31.Числовые характеристики случайных сигналов.
- 32.Эргодические процессы.
- 33.Корреляционные характеристики случайных процессов.
- 34.Спектральные характеристики случайных сигналов.
35. Спектральная плотность мощности случайных сигналов.
- 36.Дискретный источник сообщений.
- 37.Количество информации .Единицы информации.
- 38.Энтропия.
- 39.Взаимная информация.
40. Информация в непрерывных каналах.
- 41.Пропускная способность дискретного канала.
42. Пропускная способность непрерывного канала..
- 43.Теорема кодирования для канала с помехами..
- 44.Эпсилон-энтропия.
- 46.Критерии оптимального приема.
- 46.Функционал отношения правдоподобия.
- 47.Обнаружение сигналов.
- 48.Структурная схема обнаружителя сигналов.
- 49.Характеристики обнаружения сигналов.
- 50.Различение сигналов
- 51.Вероятности ошибок различения сигналов.

### **19.3.2 Перечень практических заданий**

1. Найти спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов, следующих с периодом 100мкс. Длительность отдельного импульса 10 мкс. Определить «частотное» расстояние между соседними гармониками, активную ширину спектра, число гармоник, содержащихся в активной ширине спектра.
2. Амплитудно- модулированный радиосигнал формируется при помощи модуляции несущего колебания с амплитудой 0,1В и частотой 1 МГц однотоновым управляющим сигналом с частотой 2 кГц. Записать выражение для АМ радиосигнала, если глубина модуляции 0,8. Найти спектр радиосигнала. Определить ширину спектра.



3. Радиоцентр ведет передачу на частоте 5 МГц методом тональной амплитудной модуляции с частотами  $F=1,5$  кГц, 3 кГц. Амплитуда напряжения несущего колебания во входном контуре приемника равна  $U=1$  В. Коэффициенты модуляции все равны 0,8. Рассчитать спектр принимаемого радиосигнала и определить его ширину спектра.
4. Частотный диапазон модулирующего сигнала в телефонии ограничен полосовым фильтром с полосой 300-3400 гц. Представить спектр АМ радиосигнала и определить ширину спектра сигнала.
5. Написать выражение для частотно-модулированного радиосигнала при однотоновой модуляции. Объяснить изменение структуры спектра сигнала при изменении величины индекса частотной модуляции.
6. Радиоцентр ведет передачу на частоте 1 МГц методом частотной тональной модуляции с частотой 1,5 кГц. Девиация частоты ЧМ радиосигнала может принимать значения 0,15 кГц, 1,5 кГц, 3 кГц, 75 кГц. Написать выражения для радиосигналов. Найти их спектры. Определить ширины спектров сигналов.
7. Стандартный ЧМ радиосигнал занимает полосу в 150 кГц. Определить сколько радиостанций может разместить вплотную в диапазоне волн от 1 до 10 м.
8. Сигнал на входе приемника имеет амплитуду 0,1В и длительность 2 мкс. Сигнал принимается на уровне шума со спектральной плотностью  $0.000000001$  Вт/Гц. Найти отношение сигнал/шум на выходе линейной части приемника.
9. Как изменится отношение сигнал/шум в предыдущей задаче, если :
  10. спектральная плотность шума увеличится в два раза;
  11. амплитуда уменьшится в два раза;
  12. спектральная плотность шума увеличится в два раза, а амплитуда уменьшится в два раза.
13. Пользуясь рабочими характеристиками обнаружения оценить требуемые значения увеличения отношения сигнал/шум при обнаружении полностью известного сигнала, сигнала со случайной начальной фазой, со случайными начальной фазой и амплитудой. Принять  $D=0.4, 0.6, 0.8, 0.01$ .
14. Определить требуемое увеличение отношения сигнал/шум при переходе от обнаружения полностью известного сигнала к обнаружению сигнала с неизвестными параметрами.
15. Вероятность правильного обнаружения равна 0.9 (0.7), а вероятность ложной тревоги 0.0001 (0.001).
16. Определить величину порога обнаружения известного сигнала корреляционным обнаружителем при заданной вероятности ложной тревоги 0.0001 (0.001), значении энергии сигнала  $2.5 \cdot 10^{-20}$  Дж, спектральной плотности  $N_0 = 10^{-21}$  Вт/Гц.
17. Для сигнала с прямоугольной огибающей и несущей частотой  $f_0=10$  ГГц найти диаграмму неопределенности, если длительность импульса 1 мкс. Построить диаграмму неопределенности (ДН) в координатах (время задержки, частота), (дальность, скорость).
18. Как изменится ДН в рассмотренной выше задаче, если длительность импульса уменьшить или увеличить в два раза..
19. Рассчитать параметры ДН разрешающие способности по времени задержки и сдвигу частоты для радиоимпульса с прямоугольной огибающей длительностью 5 мкс и длиной волны 10 см.
20. Рассчитать параметры ДН разрешающие способности по времени задержки и сдвигу частоты для радиоимпульса с колокольной огибающей длительностью 1 мкс (5 мкс) и длиной волны 10 см (3 см).
21. Каковы должны быть длительности немодулированных радиоимпульсов с прямоугольной и колокольной огибающими для обеспечения потенциальной разрешающей способностью по времени задержки 0.4 мкс.

22. Рассчитать постоянные разрешения для радиоимпульсов со прямоугольной и колокольной огибающим при длительности 1 мкс и длине волны 3 см.
23. Точно известный сигнал- радиоимпульс с длительностью 1 мкс и несущей частотой 10 ГГц обнаруживается с вероятностями правильного обнаружения 0.9 и ложной тревоги  $10^{-6}$ . Найти среднеквадратические погрешности измерения времени задержки и сдвига частоты.
24. Точно известный радиосигнал колокольной формы с амплитудой  $2 \cdot 10^{-3}$  В , длительностью 1 мкс и частотой 20 ГГц обнаруживается на фоне шумов со спектральной плотностью  $10^{-12}$  Вт/Гц. Найти погрешности измерения времени задержки и сдвига частоты.
25. Определить, какое отношение сигнал/шум должно быть при приеме отдельного радиоимпульса, если при приеме пачки из 10 импульсов вероятность правильного обнаружения пачки равна 0.9, при вероятности ложной тревоги  $10^{-4}$ . Рассмотреть два случая: пачка является когерентной и некогерентной.
26. Определить, какое отношение сигнал/шум должно быть при приеме отдельного известного радиоимпульса (радиосигнала со случайной начальной фазой, радиосигнала со случайными начальной фазой и амплитудой), если при приеме пачки из 10 импульсов ( 100 импульсов ) вероятность правильного обнаружения пачки равна 0.9,(1.95) при вероятности ложной тревоги  $10^{-4}$  ( $10^{-6}$ ). Рассмотреть два случая: пачка является когерентной и некогерентной.

**19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**  
 Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах) устного опроса (индивидуальный опрос), Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности , умений и навыков

При оценивании используются количественные шкалы оценок). Критерии оценивания приведены выше.