

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  |
|-----------|--|--|
| 1. Лекции |  |  |
| 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.        |
| 2. Практические занятия |  |   |
| 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<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3  | Сигналы, используемые в аналоговых системах СПИ, Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы, Оптимальный прием сигналов.<br>Обнаружение | практические задания 1-26                              |
| ОПК-2<br>ПК-6                               | ОПК-2.1<br>ОПК-2.2<br>ПК-6.1<br>ПК-6.4   | Сигналы с импульсной модуляцией и цифровые сигналы<br>Оптимальный прием сигналов  | практические задания 1-26<br>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.