

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

УТВЕРЖДАЮ

заведующий кафедрой  
радиофизики



\_\_\_\_\_ (Корчагин Ю.Э.)  
подпись, расшифровка подписи  
07.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.08 – Радиотехнические цепи и сигналы

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

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

03.03.03 Радиофизика

**2. Профиль подготовки/специализация:** радиофизика и электроника

**3. Квалификация выпускника:** Бакалавр

**4. Форма обучения:** Бакалавр

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

**6. Составители программы:** Парфенов В.И., д.ф-м.н., профессор

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом физического факультета

Протокол о рекомендации: №5 от 25.05.2023

**8. Учебный год:** 2025-2026

**Семестр(ы):** 5

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

Цель – формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, связанных с анализом радиосигналов, а также с исследованием цифровых систем.

Главная задача – усвоить классификацию радиотехнических сигналов, способы их описания, методы их спектрального анализа, овладеть навыками расчета цифровых фильтров.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Курс «Радиотехнические цепи и сигналы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Как наука, «Радиотехнические цепи и сигналы» базируется на курсах «Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретические основы радиотехники».

«Радиотехнические цепи и сигналы» имеет универсальный характер применения при разработке и анализе любых систем передачи, обработки и хранения информации, в том числе, цифровых. Знания и практические навыки, полученные в результате изучения курса «Радиотехнические цепи и сигналы», используются обучаемыми при изучении естественно-научных дисциплин, а также при разработке курсовых и дипломных работ.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

| Код   | Название компетенции  | Код(ы)                 | Индикатор(ы)  | Планируемые результаты обучения  |
|-------|---|------------------------|---|--|
| ПК-3. | Способность обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок  | ПК-3.2.<br><br>ПК-3.3. | Применяет при обработке данных стандартное и оригинальное программное обеспечение<br><br>Оформляет результаты лабораторного или компьютерного эксперимента в соответствии с действующими требованиями | <b>знать:</b><br>- существующие стандартные и оригинальные программные продукты, применяемые при обработке результатов экспериментов;<br>- современные требования по оформлению результатов лабораторного или компьютерного эксперимента;<br><b>уметь:</b><br>- использовать на практике существующие стандартные и оригинальные программные продукты, применяемые при обработке результатов экспериментов;<br>- пользоваться современной научно-технической информацией, необходимой для радиофизических измерений;<br><b>владеть:</b><br>- навыками пользования существующими программными продуктами, применяемыми при обработке результатов экспериментов;<br>- терминологией и научно-технической литературой в области радиотехнических систем и сигналов. |
| ПК-4. | Способен принимать участие в разработке и исследованиях, а также эксплуатировать радиоэлектронные приборы и системы различного назначения | ПК-4.1.                | Владеет фундаментальными знаниями физических основ и принципов функционирования радиоэлектронных приборов и систем  | <b>знать:</b><br>- общие закономерности осуществления цифровой фильтрации сигналов, их применения в современной радиоэлектронной и оптической аппаратуре;<br>- методы анализа сигналов в цифровых цепях, используемых при расчете радиофизических устройств;<br>- общие закономерности применения существующих методов цифровой обработки в современных и  |

|  |  |          |   |  |
|--|--|----------|---|--|
|  |  | ПК-4.3.  | Владеет базовыми знаниями в области анализа радиотехнических цепей и сигналов и применяет их в профессиональной деятельности                                    | перспективных радиофизических комплексах<br>- способы численного расчета цифровых фильтров, применяемых в современной радиоэлектронной и оптической аппаратуре;<br>- принципы моделирования цифровых схем, применяемых в электронных блоках;<br>- возможности применения современных цифровых фильтров при радиофизических измерениях;   |
|  |  | ПК-4.4.  | Проводит анализ известных готовых технических решений аналоговых электронных блоков, формирует набор их возможных реализаций и производит их обоснованный выбор | - способы синтеза цифровых фильтров, применяемых в современной радиоэлектронной и оптической аппаратуре;<br><b>уметь:</b><br>- использовать фундаментальные знания физических основ и принципы функционирования радиоэлектронных приборов при разработке современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры;<br>- использовать и корректно интерпретировать полученные в результате радиофизических измерений данные, пользуясь базовыми знаниями в области анализа радиотехнических цепей и сигналов; |
|  |  | ПК-4.5.  | Производит численный расчет основных характеристик аналогового электронного блока   | - осуществлять обоснованный выбор цифровых фильтров;<br>- использовать современные программные компьютерные продукты при численном расчете характеристик цифрового электронного блока;   |
|  |  | ПК-4.6.  | Производит моделирование схем отдельных аналоговых электронных блоков, анализирует его результаты   | - работать с современными компьютерными программными продуктами с целью моделирование схем отдельных цифровых электронных блоков;<br>- обобщать знания в области анализа и обработки сигналов при решении практических задач в области информационных технологий;  |
|  |  | ПК-4.12. | Применяет знания в области анализа и обработки сигналов для решения профессиональных задач  | - использовать современную измерительную аппаратуру при радиофизических измерениях;  |
|  |  | ПК-      | Понимает  | <b>владеть:</b><br>- навыками работы с радиоэлектронными приборами, основываясь на фундаментальных знаниях физических основ и принципов  |

|  |  |      |  |   |
|--|--|------|--|---|
|  |  | 4.13 | принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования | их функционирования;<br>- методами определения характеристик цифровых линейных систем с возможностью применения этих навыков в профессиональной деятельности;<br>- навыками пользования современными средствами научно-технической информации для поиска аналогов используемой радиоэлектронной аппаратуры;<br>- навыками работы с современными программными средствами, применяемыми при численных расчетах характеристик электрических цепей;<br>- навыками работы с современными компьютерными средствами при моделировании цифровых блоков современного радиоэлектронного оборудования;<br>- навыками применения методов анализа и обработки сигналов при исследовании радиоэлектронных устройств;<br>- навыками опытного пользователя современной радиоэлектронной аппаратуры. |
|--|--|------|--|---|

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы  | Трудоемкость |              |            |     |
|---|--------------|--------------|------------|-----|
|   | Всего        | По семестрам |            |     |
|   |              | № семестра   | № семестра | ... |
| Аудиторные занятия  | 68           | 5            |            |     |
| в том числе:  | 34           | 5            |            |     |
| лекции  |              |              |            |     |
| практические  | -            | -            |            |     |
| лабораторные  | 34           | 5            |            |     |
| Самостоятельная работа  | 40           | 5            |            |     |
| Форма промежуточной аттестации<br>(зачет – 0 час. / экзамен – час.) | зачет        | 5            |            |     |
| Итого:  | 108          | 5            |            |     |

### 13.1. Содержание дисциплины

| п/п                            | Наименование раздела дисциплины                               | Содержание раздела дисциплины   |
|--------------------------------|---|---|
| <b>1. Лекции</b>               |   |   |
| 1.1                            | Классификация и общие сведения о радиотехнических сигналах    | Классификация радиотехнических сигналов, помехи и шумы в радиотехнике и связи, понятие о модулированных колебаниях. Амплитудная модуляция   |
| 1.2                            | Радиосигналы и их характеристики                              | Разновидности сигналов с амплитудной модуляцией, их спектры. Импульсная модуляция. Радиосигналы с угловой модуляцией, спектры колебаний с угловой модуляцией, отличие сигналов с ЧМ и ФМ. Узкополосные сигналы и их аналитическое представление. Огибающая, полная фаза и мгновенная частота узкополосного радиосигнала. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта. |
| 1.3                            | Методы анализа радиосигналов в избирательных радиоцепях       | Временной и частотный методы анализа радиосигналов в избирательных цепях. Последовательный и параллельный колебательный контуры.  |
| 1.4                            | Случайные сигналы и их преобразование в линейных цепях        | Основные статистические характеристики случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Методы анализа прохождения случайных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами.  |
| 1.5                            | Согласованные фильтры   | Оптимальная линейная фильтрация сигналов в приемных устройствах. Согласованный линейный фильтр. Примеры реализации согласованных фильтров.  |
| 1.6                            | Дискретные сигналы. Принципы цифровой фильтрации              | Дискретизация сигналов. Теорема отсчетов. Дискретизация периодических сигналов, ДПФ, БПФ, дискретная свертка. Теория z-преобразований.  |
| 1.7                            | Методы синтеза цифровых фильтров                              | Алгоритмы линейной цифровой фильтрации, частотный коэффициент передачи, системная функция, импульсная характеристика цифрового фильтра. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Устойчивость цифровых фильтров. Методы синтеза трансверсальных фильтров. Методы синтеза рекурсивных фильтров.   |
| <b>2. Практические занятия</b> |   |   |
| 2.1                            | -   |   |
| 2.2                            | -   |   |
|                                | -   |   |
| <b>3. Лабораторные работы</b>  |   |   |
| 3.1                            | Корреляционная обработка сигналов                             | Теоретический и экспериментальный (с помощью компьютерной программы) расчет различных авто- и взаимокорреляционных функций различных сигналов   |
| 3.2                            | Исследование статистических характеристик случайных процессов | Теоретический и экспериментальный (с помощью компьютерной программы) расчет статистических характеристик случайных сигналов   |
| 3.3                            | Преобразование стационарных случайных                         | Теоретический и экспериментальный (с помощью компьютерной программы) расчет статистических  |

|     |  |   |
|-----|--|---|
|     | процессов в линейных системах                            | характеристик случайных сигналов на выходах различных линейных цепей  |
| 3.4 | Преобразование сигналов и шумов согласованными фильтрами | Теоретический и экспериментальный (с помощью компьютерной программы) расчет характеристик согласованных фильтров для различных видов сигналов, а также характеристик сигналов и шумов на выходах согласованных фильтров |
| 3.5 | Дискретизация сигналов с помощью теоремы отсчетов        | Теоретический и экспериментальный (с помощью компьютерной программы) расчет спектров дискретных сигналов  |
| 3.6 | Синтез трансверсальных цифровых фильтров                 | Теоретический синтез по заданным алгоритмам трансверсальных цифровых фильтров и экспериментальная (с помощью компьютерной программы) проверка соответствия синтезированных фильтров их типу                             |
| 3.7 | Синтез рекурсивных цифровых фильтров                     | Теоретический синтез по заданным алгоритмам рекурсивных цифровых фильтров и экспериментальная (с помощью компьютерной программы) проверка соответствия синтезированных фильтров их типу                                 |

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

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                     | Виды занятий (часов) |             |              |                        |       |
|-------|--|----------------------|-------------|--------------|------------------------|-------|
|       |  | Лекции               | Практически | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1     | Классификация и общие сведения о радиотехнических сигналах | 2                    | -           | -            | 2                      | 4     |
| 2.    | Радиосигналы и их характеристики                           | 8                    | -           | 8            | 10                     | 26    |
| 3     | Методы анализа радиосигналов в избирательных радиоцепях    | 2                    | -           | 4            | 4                      | 10    |
| 4     | Случайные сигналы и их преобразование в линейных цепях     | 4                    | -           | 6            | 8                      | 18    |
| 5     | Согласованные фильтры                                      | 4                    | -           | 4            | 6                      | 14    |
| 6     | Дискретные сигналы. Принципы цифровой фильтрации           | 8                    | -           | 4            | 4                      | 16    |
| 7.    | Методы синтеза цифровых фильтров                           | 6                    | -           | 8            | 6                      | 20    |
|       | Итого:   | 34                   |             | 34           | 40                     | 108   |

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

Для обучающихся, кроме прослушивания лекционного курса, желательно изучение методических материалов, составленных специально для углубленного понимания этого курса, а также участия в контрольных работах.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

## а) основная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | <i>Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 2000.</i>  |
| 2     | <i>Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Дрофа, 2006.</i>  |
| 3     | <i>Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи / В.И. Нефедов. – М.: Высшая школа, 2002.</i>  |
| 4     | <i>Айфичер Э.С. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э.С. Айфичер, Б.У. Джервис. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992с.</i> |
| 5     | <i>Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006</i>  |
| 6     | <i>Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб: Питер, 2003. – 608с.</i>  |
| 7     | <i>Оппенгейм А, Шафер Р. Цифровая обработка сигналов.- Москва: Техносфера, 2006. – 856с.</i>   |

## б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | <i>Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / Р.В. Хемминг. – М.: Сов.радио, 1980.</i>  |
| 2     | <i>Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов / Ю.Сато. – М.: Додэка-XXI, 2010. – 176с.</i>                                   |
| 3     | <i>Атабеков Г.И. Основы теории цепей. – СПб: Лань, 2006.</i>   |
| 4     | <i>Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи. Под ред. И.С.Гоноровского. - М.: Радио и связь, 1989.</i>                    |
| 5     | <i>Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов / С.В. Умняшкин. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2008.</i> |
| 6     | <i>Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач. - М.: Высшая школа, 1987.</i>                       |

## 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 «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457</a>  |
| 4.    | 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>  |
| 5.    | Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401</a>  |
| 6.    | 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>   |
| 7.    | 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>   |
| 8.    | Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343</a>   |
| 9.    | 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>  |
| 10.   | 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>  |

|     |  |
|-----|--|
| 11. | Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308</a>                |
| 12. | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307</a> |
| 13. | Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306</a>              |

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)**

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 1     | Парфенов В.И., Бутейко В.К. Корреляционная обработка радиосигналов // Учебно-методическое пособие для вузов. – Воронеж: ИПЦ ВГУ. – 2012. - 42с.   |
| 2     | Парфенов В.И., Бутейко В.К. Аналоговая и цифровая фильтрация сигналов // Учебно-методическое пособие для вузов. – Воронеж: ИПЦ ВГУ. – 2012. -42с. |

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При выполнении лабораторных работ используются следующие программные продукты: система для математических расчетов МАХИМА, а также программный комплекс для анализа электрических цепей Micro-Cap.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Учебная лаборатория кафедры.
2. Персональные компьютеры – 15 шт.
3. Программы «Махима», Micro-cap.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)                   | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства                          |
|-------|--|----------------|-------------------------------------|---|
| 1.    | Классификация и общие сведения о радиотехнических сигналах | ПК-3           | ПК-3.2                              | опрос                                       |
| 2.    | Радиосигналы и их характеристики                           | ПК-3           | ПК-3.2,<br>ПК-3.3                   | Опрос, защита отчета по лабораторной работе |
| 3.    | Методы анализа радиосигналов в избирательных радиоцепях    | ПК-4           | ПК-4.1,<br>ПК-4.4                   | Опрос, защита отчета по лабораторной работе |
| 4.    | Случайные сигналы и их преобразование в линейных цепях     | ПК-4           | ПК-4.3,<br>ПК-4.5                   | Опрос, защита отчета по лабораторной работе |



| № п/п  | Наименование раздела дисциплины (модуля)         | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства   |
|--|--|----------------|-------------------------------------|--|
| 5.   | Согласованные фильтры                            | ПК-4           | ПК-4.5,<br>ПК-4.6,<br>ПК-4.12       | Контрольная работа   |
| 6.   | Дискретные сигналы. Принципы цифровой фильтрации | ПК-4           | ПК-4.5,<br>ПК-4.13                  | Опрос, защита отчета по лабораторной работе  |
| 7.   | Методы синтеза цифровых фильтров                 | ПК-4           | ПК-4.1-ПК-4.6                       | Опрос, защита отчета по лабораторной работе, контрольная работа  |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля - зачет |  |                |                                     | <p><i>Перечень вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автокорреляционная функция детерминированного сигнала, ее свойства. Связь автокорреляционной функции и спектральной плотности сигнала.</li> <li>2. Взаимная корреляционная функция детерминированных сигналов, ее свойства.</li> <li>3. Характеристики АМ-сигналов при гармонической модулирующей функции.</li> <li>4. Характеристики АМ-сигналов при многочастотной модулирующей функции.</li> <li>5. Характеристики АМ-сигналов при произвольной непрерывной модулирующей функции.</li> <li>6. Характеристики ЧМ-сигналов при однотональной модулирующей функции.</li> <li>7. Характеристики ФМ-сигналов при однотональной модулирующей функции</li> <li>8. Спектр колебания при однотональной угловой модуляции.</li> <li>9. Огибающая и фаза узкополосного сигнала. Преобразование Гильберта, его свойства.</li> <li>10. Аналитический сигнал, его основные свойства.</li> <li>11. Спектральные плотности радиосигнала, его преобразования Гильберта, комплексной огибающей и аналитического сигнала.</li> <li>12. Разновидности цифровой манипуляции сигналов.</li> <li>13. Принципы построения модуляторов и детекторов сигналов с цифровой манипуляцией.</li> </ol> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства  |
|-------|--|----------------|-------------------------------------|---|
|       |  |                |                                     | <p>14. Одномерные характеристики случайных процессов.</p> <p>15. Многомерные характеристики случайных процессов.</p> <p>16. Примеры случайных процессов.</p> <p>17. Спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса.</p> <p>18. Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса на выходе линейной системы с постоянными параметрами.</p> <p>19. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности стационарного случайного процесса на выходе линейной системы с постоянными параметрами.</p> <p>20. Согласованные фильтры, АЧХ и ФЧХ согласованного фильтра.</p> <p>21. Максимизация отношения сигнал/шум при небелом шуме.</p> <p>22. Импульсная характеристика согласованного фильтра.</p> <p>23. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра.</p> <p>24. Методы синтеза согласованных фильтров.</p> <p>25. Теорема Котельникова.</p> <p>26. Теорема отсчетов. Гребенчатые функции.</p> <p>27. Эффект наложения спектров (aliasing) и методы борьбы с ним.</p> <p>28. Нахождение непрерывного сигнала по его дискретным отсчетам.</p> <p>29. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ. Обратное дискретное преобразование Фурье.</p> <p>30. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм с прореживанием по времени.</p> <p>31. Дискретная свертка.</p> <p>32. Прямое и обратное z-преобразования. Свойства z-преобразования.</p> <p>33. Основные характеристики цифровых фильтров: импульсные</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства  |
|-------|--|----------------|-------------------------------------|---|
|       |  |                |                                     | <p>характеристики, частотные коэффициенты передачи, системные функции.</p> <p>34. Характеристики трансверсальных фильтров.</p> <p>35. Характеристики рекурсивных фильтров. Устойчивость цифровых фильтров.</p> <p>36. Методы синтеза цифровых фильтров: метод инвариантности импульсных характеристик.</p> <p>37. Методы синтеза цифровых фильтров: метод дискретизации дифференциального уравнения аналоговой цепи-прототипа.</p> <p>38. Синтез трансверсального цифрового фильтра по заданной частотной характеристике аналогового фильтра-прототипа.</p> <p>39. Синтез рекурсивного цифрового фильтра по заданной частотной характеристике аналогового фильтра-прототипа.</p> <p>40. Методы синтеза рекурсивного цифрового фильтра: метод выбора местоположения полюсов и нулей системной функции, метод численного моделирования.</p> |

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

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.

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

контрольные работы и отчеты по лабораторным работам.

В основном, проводится в форме индивидуальной беседы

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания):

Знания:

- знание терминов, определений, понятий;
- знание основных закономерностей и соотношений, принципов;
- объем усвоенного материала;
- полнота ответов на проверочные вопросы;

- правильность ответов на вопросы.

Навыки начального уровня:

- навыки выбора методик выполнения заданий;
- навыки выполнения заданий различной сложности;
- навыки самопроверки;
- навыки представления результатов задач.

Навыки основного уровня:

- навыки выбора методик выполнения заданий;
- навыки выполнения заданий различной сложности;
- навыки самопроверки;
- навыки представления результатов задач;
- быстрота выполнения заданий;
- самостоятельность в выполнении заданий;

- качество выполнения заданий.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

зачет

---

Зачет проводится в письменной форме с обязательной беседой с преподавателем по письменным ответам.

### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

| Оценка по дисциплине | Критерии оценки результатов обучения по дисциплине   |
|----------------------|--|
| «зачтено»            | Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.<br>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.<br>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.<br>Итоговый результат по дисциплине основывается также на учёте результатов текущей аттестации. |
| «не зачтено»         | Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.<br>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет  |

| <b>Оценка по дисциплине</b> | <b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине</b>   |
|-----------------------------|---|
|                             | необходимыми для этого навыками и приёмами.<br>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.<br>Итоговый результат по дисциплине основывается также на учёте результатов текущей аттестации. |