

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Микросхемотехника**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических устройств**  
Учебный план 11.05.01\_26\_00.plx  
11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы  
Квалификация **инженер**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>. <Семестр<br>на курсе>) | 5 (3.1) |       | Итого |       |
|--------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Неделя                                     | 16      |       |       |       |
| Вид занятий                                | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                     | 32      | 32    | 32    | 32    |
| Лабораторные                               | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Иная контактная<br>работа                  | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Итого ауд.                                 | 48,25   | 48,25 | 48,25 | 48,25 |
| Контактная работа                          | 48,25   | 48,25 | 48,25 | 48,25 |
| Сам. работа                                | 51      | 51    | 51    | 51    |
| Часы на контроль                           | 8,75    | 8,75  | 8,75  | 8,75  |
| Итого                                      | 108     | 108   | 108   | 108   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*Старший преподаватель, Степашкин В.А.*

Рабочая программа дисциплины

**Микросхемотехника**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

утвержденного учёным советом вуза от 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Радиотехнических устройств**

Протокол от 23.06.2026 г. № 12

Срок действия программы: 20252030 уч.г.

Зав. кафедрой Паршин Юрий Николаевич

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических устройств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических устройств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры  
**Радиотехнических устройств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

**Радиотехнических устройств**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2030 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | изучение студентами принципов построения интегральных схем, схемотехнических решений (электрических и структурных схем), используемых в интегральных микросхемах и радиоэлектронной аппаратуре на их основе, а также применения интегральных микросхем в различных микроэлектронных аналоговых устройствах. При изучении этой дисциплины закладываются основы знаний, позволяющих умело использовать современную элементную базу радиоэлектроники и понимать тенденции и перспективы ее развития и практического использования; приобретаются навыки расчета и экспериментального исследования различных функциональных каскадов на основе аналоговых интегральных микросхем |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  | Б1.О                                                                                                                  |
| 2.1                                                                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 2.1.1                                                              | Основы теории цепей                                                                                                   |
| 2.1.2                                                              | Физика                                                                                                                |
| 2.1.3                                                              | Ознакомительная практика                                                                                              |
| 2.1.4                                                              | Учебная практика                                                                                                      |
| 2.1.5                                                              | Физика (факультатив)                                                                                                  |
| 2.2                                                                | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1                                                              | Основы теории радионавигационных систем и комплексов                                                                  |
| 2.2.2                                                              | Производственная практика                                                                                             |
| 2.2.3                                                              | Радиоматериалы и радиокомпоненты                                                                                      |
| 2.2.4                                                              | Основы теории радиолокационных систем и комплексов                                                                    |
| 2.2.5                                                              | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |
| 2.2.6                                                              | Преддипломная практика                                                                                                |
| 2.2.7                                                              | Теоретические основы радионавигационных систем                                                                        |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ОПК-2: Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <b>ОПК-2.1. Выявляет основные научные аспекты решаемой проблемы, требуемые методики и алгоритмы выполнения исследования</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <b>Знать</b><br>основы интегральной схемотехники, элементную базу аналоговых интегральных устройств, их принцип работы, характеристики, модели и способы их количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах<br><b>Уметь</b><br>использовать полученную информацию для решения практических задач<br><b>Владеть</b><br>методами, необходимыми для выбора элементной базы с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, ЭМС и технологичности, а также основными навыками экспериментального исследования характеристик устройств на аналоговых микросхемах, работы с приборами; анализа и обработки данных экспериментов |  |
| <b>ОПК-2.3. Проводит анализ проблемы, разработку математических моделей исследуемых процессов и выбор пути решения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| <b>Знать</b><br>основы интегральной схемотехники, элементную базу аналоговых интегральных устройств, их принцип работы, характеристики, модели и способы их количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах<br><b>Уметь</b><br>использовать полученную информацию для решения практических задач<br><b>Владеть</b><br>методами, необходимыми для выбора элементной базы с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, ЭМС и технологичности                                                                                                                                                                             |  |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|       |                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1   | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.1.1 | основы интегральной схемотехники, элементную базу аналоговых интегральных устройств, их принцип работы, характеристики, модели и способы их количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах |
| 3.2   | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2.1      | использовать полученную информацию для решения практических задач                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3.3.1      | владеть методами, необходимыми для выбора элементной базы с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, ЭМС и технологичности, а также основными навыками экспериментального исследования характеристик устройств на аналоговых микросхемах, работы с приборами; анализа и обработки данных экспериментов |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                                                | Литература                                                                                             | Форма контроля |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение. Основные схемотехнические направления построения аналоговых интегральных схем</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |       |                                                                            |                                                                                                        |                |
| 1.1         | Основные понятия и определения /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5              | 0     |                                                                            |                                                                                                        |                |
| 1.2         | Определение микросхемотехники. Общая характеристика интегральной электроники как технического и научного направления. Интеграция и миниатюризация – основные принципы микросхемотехники. Теоретические и практические ограничения интеграции и миниатюризации. Определение и понятие интегральной схемы (ИС), классификация ИС, основные компоненты ИС и их основные функции, степени компонентной интеграции и уровни схемотехнического построения ИС. /Лек/ | 5              | 1     | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.5 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |                |
| 1.3         | Определение микросхемотехники. Общая характеристика интегральной электроники как технического и научного направления. Интеграция и миниатюризация – основные принципы микросхемотехники. Теоретические и практические ограничения интеграции и миниатюризации. Определение и понятие интегральной схемы (ИС), классификация ИС, основные компоненты ИС и их основные функции, степени компонентной интеграции и уровни схемотехнического построения ИС /Ср/   | 5              | 2     | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.5 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |                |
| 1.4         | Основные свойства компонентов интегральных микросхем. Основные принципы архитектурного построения современных линейных интегральных схем /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5              | 0     |                                                                            |                                                                                                        |                |
| 1.5         | Отличия дискретных и интегральных элементов. Достоинства и недостатки интегральных компонентов. Основные принципы проектирования ИМС: принципы, позволяющие получить стабильность работы схем: принципы отношения, симметрии, малых номиналов, равных потенциалов, активности. /Лек/                                                                                                                                                                          | 5              | 1     | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2                      |                |
| 1.6         | Отличия дискретных и интегральных элементов. Достоинства и недостатки интегральных компонентов. Основные принципы проектирования ИМС: принципы, позволяющие получить стабильность работы схем: принципы отношения, симметрии, малых номиналов, равных потенциалов, активности. /Ср/                                                                                                                                                                           | 5              | 2     | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2                      |                |
|             | <b>Раздел 2. Дифференциальный каскад (ДК) как основная схема каскада для интегральной схемы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                                                                            |                                                                                                        |                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |                                                                            |                                                                                           |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 2.1  | Основная (классическая) схема дифференциального каскада /Тема/                                                                                                                                                                                                                                           | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 2.2  | Основные свойства идеального и реального ДК. Причины, определяющие широкое применение дифференциального каскада (ДК) в полупроводниковой микросхемотехнике. Основные характеристики ДК. Проходная характеристика ДК и ее свойства. Основные свойства схем на основе ДК и их сравнение со схемой ОЭ /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 2.3  | Основные свойства идеального и реального ДК. Причины, определяющие широкое применение дифференциального каскада (ДК) в полупроводниковой микросхемотехнике. Основные характеристики ДК. Проходная характеристика ДК и ее свойства. Основные свойства схем на основе ДК и их сравнение со схемой ОЭ /Ср/  | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 2.4  | Дифференциальный каскад с активной (динамической) нагрузкой /Тема/                                                                                                                                                                                                                                       | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 2.5  | Особенности работы дифференциального каскада (ДК) в микрорежиме. Применение в ДК активной (динамической) нагрузки. Основные характеристики ДК с активной нагрузкой. Схемные решения ДК с активной нагрузкой. /Лек/                                                                                       | 5 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 2.6  | Особенности работы дифференциального каскада (ДК) в микрорежиме. Применение в ДК активной (динамической) нагрузки. Основные характеристики ДК с активной нагрузкой. Схемные решения ДК с активной нагрузкой. /Ср/                                                                                        | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 2.7  | Шумовые свойства и параметры дифференциального каскада /Тема/                                                                                                                                                                                                                                            | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 2.8  | Определение шумов. Эквивалентная схема реально-го шумящего четырехполюсника. Коэффициент шума. Условие согласования по минимуму коэффициента шума. Шумовая мощность ДК. Спектры НЧ и ВЧ шумов. /Лек/                                                                                                     | 5 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 2.9  | Определение шумов. Эквивалентная схема реально-го шумящего четырехполюсника. Коэффициент шума. Условие согласования по минимуму коэффициента шума. Шумовая мощность ДК. Спектры НЧ и ВЧ шумов. /Ср/                                                                                                      | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 2.10 | Способы подачи сигнала на дифференциальный каскад /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                 | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 2.11 | Симметричный и несимметричный методы: схемы, достоинства и недостатки. Эквивалентная схема. Требования к ГСТ при использовании несимметричного метода /Лек/                                                                                                                                              | 5 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |                                                                            |                                                                                           |  |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 2.12 | Симметричный и несимметричный методы: схемы, достоинства и недостатки. Эквивалентная схема. Требования к ГСТ при использовании несимметричного метода /Ср/                                                                                                                                                                            | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
|      | <b>Раздел 3. Основные схемы базовых и вспомогательных каскадов аналоговых интегральных схем</b>                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |                                                                            |                                                                                           |  |
| 3.1  | Входные каскады интегральных схем /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 3.2  | Основные требования. Базовая схема – дифференциальный усилитель (каскад): типовая схема, ДК с динамической нагрузкой, ДК с перевернутой нагрузкой, способы повышения входного сопротивления ДК (схемотехника). Реализация ДК в промышленных схемах /Лек/                                                                              | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 3.3  | Основные требования. Базовая схема – дифференциальный усилитель (каскад): типовая схема, ДК с динамической нагрузкой, ДК с перевернутой нагрузкой, способы повышения входного сопротивления ДК (схемотехника). Реализация ДК в промышленных схемах /Ср/                                                                               | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 3.4  | Выходные каскады интегральных схем /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 3.5  | Основные требования. Базовая и практическая схемы. Выходной каскад на транзисторах разного типа проводимости. Схемы защиты промышленных усилителей. Их свойства, характеристики, параметры. /Лек/                                                                                                                                     | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 3.6  | Основные требования. Базовая и практическая схемы. Выходной каскад на транзисторах разного типа проводимости. Схемы защиты промышленных усилителей. Их свойства, характеристики, параметры. /Ср/                                                                                                                                      | 5 | 3 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 3.7  | Источники тока (генераторы стабильного тока (ГСТ)) /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |
| 3.8  | Определения ГСТ. Две основные схемы ГСТ. Задачи при выборе схемы ГСТ. Способы, позволяющие получить аппроксимацию, близкую к идеальному источнику тока. Основная схема построения ГСТ – токовое зеркало и ее свойства. Схемотехника ГСТ на биполярных и полевых транзисторах, основные свойства, достоинства и недостатки схем. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 3.9  | Определения ГСТ. Две основные схемы ГСТ. Задачи при выборе схемы ГСТ. Способы, позволяющие получить аппроксимацию, близкую к идеальному источнику тока. Основная схема построения ГСТ – токовое зеркало и ее свойства. Схемотехника ГСТ на биполярных и полевых транзисторах, основные свойства, достоинства и недостатки схем. /Ср/  | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 3.10 | Источники напряжения /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                           |  |

|      |                                                                                                                                                                                                          |   |     |                                                                            |                                                                                                   |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 3.11 | Определение источника напряжения. Основные требования, предъявляемые к ним. Схемотехника источников напряжения и источников опорного напряжения, основные свойства, достоинства и недостатки схем. /Лек/ | 5 | 1,5 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 3.12 | Определение источника напряжения. Основные требования, предъявляемые к ним. Схемотехника источников напряжения и источников опорного напряжения, основные свойства, достоинства и недостатки схем. /Ср/  | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 3.13 | Схемы сдвига уровня постоянного напряжения /Тема/                                                                                                                                                        | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 3.14 | Необходимость применения схем сдвига уровня в ИС. Основная задача, решаемая с помощью трансляторов уровня. Схемотехника трансляторов уровня, основные свойства, достоинства и недостатки схем /Лек/      | 5 | 1,5 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 3.15 | Необходимость применения схем сдвига уровня в ИС. Основная задача, решаемая с помощью трансляторов уровня. Схемотехника трансляторов уровня, основные свойства, достоинства и недостатки схем /Ср/       | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
|      | <b>Раздел 4. Схемотехника операционных усилителей</b>                                                                                                                                                    |   |     |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 4.1  | Общие характеристики операционных усилителей /Тема/                                                                                                                                                      | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 4.2  | Определение и условные обозначения операционных усилителей (ОУ). Структурные и упрощенные схемы стандартных ОУ. Схема включения. Условие баланса ОУ /Лек/                                                | 5 | 0,5 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.3  | Определение и условные обозначения операционных усилителей (ОУ). Структурные и упрощенные схемы стандартных ОУ. Схема включения. Условие баланса ОУ /Ср/                                                 | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.4  | Основные свойства операционных усилителей /Тема/                                                                                                                                                         | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |     |                                                                            |                                                                                                   |  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 4.5  | Свойства идеального ОУ. Два правила анализа схем включения ОУ. Свойства реального ОУ. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                   | 5 | 0,5 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.6  | Свойства идеального ОУ. Два правила анализа схем включения ОУ. Свойства реального ОУ. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                    | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.7  | Основные параметры операционных усилителей /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 4.8  | Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление, напряжение смещения нуля и его температурный дрейф, коэффициент влияния источника питания, входной ток и его температурный дрейф, разность входных токов и их температурный дрейф, частота единичного усиления, скорость нарастания выходного напряжения, время восстановления. /Лек/ | 5 | 1   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.9  | Коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление, напряжение смещения нуля и его температурный дрейф, коэффициент влияния источника питания, входной ток и его температурный дрейф, разность входных токов и их температурный дрейф, частота единичного усиления, скорость нарастания выходного напряжения, время восстановления. /Ср/  | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.10 | Работа операционного усилителя с обратной связью /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 4.11 | Основные математические выражения. Амплитудно-частотная характеристика ОУ. Частотная коррекция ОУ. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                      | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 4.12 | Основные математические выражения. Амплитудно-частотная характеристика ОУ. Частотная коррекция ОУ. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                       | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
|      | <b>Раздел 5. Аналоговые устройства на основе операционных усилителей</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |     |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 5.1  | Линейные и нелинейные схемы на базе операционных усилителей и методы их расчета /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                        | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |                                                                            |                                                                                                   |  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 5.2 | Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Точный повторитель напряжения. Масштабирующий усилитель. Особенности схем включения ОУ от однополярного источника напряжения питания. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 5.3 | Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Точный повторитель напряжения. Масштабирующий усилитель. Особенности схем включения ОУ от однополярного источника напряжения питания. Суммирующий усилитель. Неинвертирующий сумматор. Усилитель разности. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления. Преобразователи “ток-напряжение” и “напряжение-ток”. Аналоговый вольтметр постоянного тока. Усилитель с регулируемым сдвигом фазы. Компаратор. Логарифмический усилитель. /Ср/ | 5 | 4 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 5.4 | Исследование неинвертирующих усилителей на операционном усилителе /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5 | 4 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 5.5 | Исследование инвертирующих усилителей на операционном усилителе /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5 | 4 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 5.6 | Суммирующий усилитель. Неинвертирующий сумматор. Усилитель разности. Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления. Преобразователи “ток-напряжение” и “напряжение-ток”. Аналоговый вольтметр постоянного тока. Усилитель с регулируемым сдвигом фазы. Компаратор. Логарифмический усилитель. /Лек/                                                                                                                                                                                 | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2                                                   |  |
| 5.7 | Активные фильтры на базе операционных усилителей /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5 | 0 |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 5.8 | Параметры, характеристики, назначение фильтров. Преимущества и недостатки активных фильтров. Активные фильтры нижних и верхних частот /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |     |                                                                            |                                                                                                   |  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 5.9  | Параметры, характеристики, назначение фильтров. Преимущества и недостатки активных фильтров. Активные фильтры нижних и верхних частот, полосовые и режекторные фильтры. Методика расчета активных фильтров. Выбор элементов схемы на ОУ, обеспечивающие заданную точность обработки сигналов /Ср/                                                               | 5 | 4   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 5.10 | Исследование активных фильтров нижних и верхних частот на операционном усилителе /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5 | 4   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 5.11 | Исследование полосового и режекторного активных фильтров на операционном усилителе /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5 | 4   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.4<br>Л3.6 Л3.2<br>Л3.5 Л3.3<br>Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 5.12 | Полосовые и режекторные активные фильтры. Методика расчета активных фильтров. Выбор элементов схемы на ОУ, обеспечивающие заданную точность обработки сигналов /Лек/                                                                                                                                                                                            | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2                                                   |  |
|      | <b>Раздел 6. Микросхемы СВЧ диапазона</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |     |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 6.1  | Общие положения /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |
| 6.2  | Техника СВЧ: области применения, диапазон рабочих частот, поддиапазоны по стандарту IEEE. Особенности устройств, работающих в этом диапазоне. Преимущества и недостатки СВЧ диапазона. Классификация СВЧ ИС на ГИС, МИС, ГМИС. Основные материалы МИС - арсенид галлия и нитрид галлия. Толсто пленочные и тонко пленочные технологии СВЧ ИС /Лек/              | 5 | 0,5 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 6.3  | Твердотельная техника СВЧ: области применения, диапазон рабочих частот, поддиапазоны по стандарту IEEE. Особенности устройств, работающих в этом диапазоне. Преимущества и недостатки СВЧ диапазона. Классификация СВЧ ИС на ГИС, МИС, ГМИС. Основные материалы МИС - арсенид галлия и нитрид галлия. Толсто пленочные и тонко пленочные технологии СВЧ ИС /Ср/ | 5 | 3   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |
| 6.4  | Элементная база электроники СВЧ /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                                   |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |     |                                                                            |                                                                                           |  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 6.5 | Пассивные и Пассивные и активные элементы. Линии межсоединений, микрополосковые линии. Пассивные СВЧ элементы – резисторы, конденсаторы, индуктивности. Диоды СВЧ диапазона. Интегральные СВЧ транзисторы: полевые транзисторы с барьером Шоттки (MESFET), полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов (HEMT), биполярные транзисторы с гетеропереходом (HBT).<br>/Лек/ | 5 | 2   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 6.6 | Пассивные и Пассивные и активные элементы. Линии межсоединений, микрополосковые линии. Пассивные СВЧ элементы – резисторы, конденсаторы, индуктивности. Диоды СВЧ диапазона. Интегральные СВЧ транзисторы: полевые транзисторы с барьером Шоттки (MESFET), полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов (HEMT), биполярные транзисторы с гетеропереходом (HBT).<br>/Ср/  | 5 | 3   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 6.7 | Монолитные интегральные микросхемы /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                           |  |
| 6.8 | Транзисторные структуры для монолитных ИС: MESFET, HEMT, HBT, частотные зависимости выходных мощностей этих структур. Тенденции развития технологий изготовления монолитных СВЧ-устройств в настоящее время<br>/Лек/                                                                                                                                                              | 5 | 1,5 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
| 6.9 | Транзисторные структуры для монолитных ИС: MESFET, HEMT, HBT, частотные зависимости выходных мощностей этих структур. Тенденции развития технологий изготовления монолитных СВЧ-устройств в настоящее время<br>/Ср/                                                                                                                                                               | 5 | 3   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
|     | <b>Раздел 7. Проблемы повышения степени интеграции.</b><br><b>Барьеры на пути перехода от микро- к нанoeлектронике</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |   |     |                                                                            |                                                                                           |  |
| 7.1 | Проблемы повышения степени интеграции. Барьеры на пути перехода от микро- к нанoeлектронике<br>/Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 0   |                                                                            |                                                                                           |  |
| 7.2 | Барьеры на Проблемы повышения степени интеграции: тенденции развития микроэлектроники, нанoeлектроника - логическое развитие микроэлектроники. Барьеры на пути перехода от микро- к нанoeлектронике: физические, технологические, надежность и долговечность, экономические и инфраструктурные барьеры. Примеры преодоления барьеров.<br>/Лек/                                    | 5 | 1   | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2         |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |      |                                                                            |                                                                                   |  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| 7.3 | Проблемы повышения степени интеграции: тенденции развития микроэлектроники, наноэлектроника - логическое развитие микроэлектроники. Барьеры на пути перехода от микро- к наноэлектронике: физические, технологические, надежность и долговечность, экономические и инфраструктурные барьеры. Примеры преодоления барьеров.<br>/Ср/ | 5 | 3    | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2 |  |
|     | <b>Раздел 8. Иная контактная работа. Часы на контроль</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |      |                                                                            |                                                                                   |  |
| 8.1 | Иная контактная работа /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5 | 0    |                                                                            |                                                                                   |  |
| 8.2 | Консультирование в течение семестра /ИКР/                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5 | 0,25 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2      |  |
| 8.3 | Часы на контроль /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5 | 0    |                                                                            |                                                                                   |  |
| 8.4 | Зачет /Зачёт/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5 | 8,75 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.3-3<br>ОПК-2.3-У<br>ОПК-2.3-В | Л1.1Л2.6<br>Л2.7 Л2.1<br>Л2.3<br>Л2.8Л3.6<br>Л3.2 Л3.5<br>Л3.3 Л3.1<br>Э1 Э2      |  |

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Микросхемотехника»)

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| №    | Авторы, составители | Заглавие                                           | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                           |
|------|---------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Степашкин В.А.      | Микросхемотехника: учеб. пособие : Учебное пособие | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2025, | , <a href="https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/4171">https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/4171</a> |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

| №    | Авторы, составители                         | Заглавие                                   | Издательство, год                      | Количество/название ЭБС                                                                                    |
|------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Ульрих Титце, Кристоф Шенк, Карабашев Г. С. | Полупроводниковая схемотехника. Т.1        | Саратов: Профобразование, 2019, 826 с. | 978-5-4488-0052-8, <a href="http://www.iprbookshop.ru/88003.html">http://www.iprbookshop.ru/88003.html</a> |
| Л2.2 | Алексенко А.Г., Шагурин И.И.                | Микросхемотехника : Учеб.пособие для вузов | М.:Радио и связь, 1990, 496с.          | 5-256-00693-2, 1                                                                                           |

| №    | Авторы, составители                         | Заглавие                                                          | Издательство, год                                                                              | Количество/название ЭБС                                                                                    |
|------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.3 | Степаненко И.П.                             | Основы микроэлектроники : Учеб.пособие для вузов                  | М.:Лаборатория Базовых Знаний, 2003, 488с.                                                     | 5-93208-045-0, 1                                                                                           |
| Л2.4 | Щука А.А.                                   | Электроника : учеб.                                               | СПб.: БХВ-Петербург, 2008, 739с.                                                               | 978-5-9775-0160-6, 1                                                                                       |
| Л2.5 | Ульрих Титце, Кристоф Шенк, Карабашев Г. С. | Полупроводниковая схемотехника. Т.П                               | Саратов: Профобразования, 2019, 940 с.                                                         | 978-5-4488-0059-7, <a href="http://www.iprbookshop.ru/88004.html">http://www.iprbookshop.ru/88004.html</a> |
| Л2.6 | Полевский В. И., Касаткина Е. Г.            | Операционные усилители : учебное пособие                          | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 27 с.                | 978-5-7782-2310-3, <a href="http://www.iprbookshop.ru/45124.html">http://www.iprbookshop.ru/45124.html</a> |
| Л2.7 | Легостаев Н. С., Четвергов К. В.            | Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника : учебное пособие | Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014, 238 с.  | 978-5-86889-677-4, <a href="http://www.iprbookshop.ru/72130.html">http://www.iprbookshop.ru/72130.html</a> |
| Л2.8 | Игнатов А.Н., Полянская А.В.                | Микросхемотехника. : Учебное пособие                              | Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2021, 460 с | , <a href="https://www.iprbookshop.ru/138769.html">https://www.iprbookshop.ru/138769.html</a>              |

### 6.1.3. Методические разработки

| №    | Авторы, составители         | Заглавие                                                               | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                         |
|------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЗ.1 | Степашкин В.А., Озеран С.П. | Микросхемотехника : метод. указ. к лаб. работам                        | Рязань, 2025, 64с.       | , 1                                                                                             |
| ЛЗ.2 | Степашкин В.А.              | Микросхемотехника : метод. указ. к контр. работе                       | Рязань, 2020, 64с.       | , 1                                                                                             |
| ЛЗ.3 | Степашкин В.А., Озеран С.П. | Микросхемотехника: метод. указ. к лаб. работам : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2025, | , <a href="https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/4128">https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/4128</a> |

| №    | Авторы, составители            | Заглавие                                                      | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                             |
|------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЗ.4 | Степашкин В.А.,<br>Озеран С.П. | Линейные усилители и активные фильтры : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014, | , <a href="https://elibr.rsr.eu.ru/ebs/download/977">https://elibr.rsr.eu.ru/ebs/download/977</a>   |
| ЛЗ.5 | Степашкин В.А.                 | Микросхемотехника : метод. указ. к контр. работе              | Рязань, 2020, 64с.       | , 1                                                                                                 |
| ЛЗ.6 | Степашкин В.А.                 | Микросхемотехника : Методические указания                     | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2020, | , <a href="https://elibr.rsr.eu.ru/ebs/download/2410">https://elibr.rsr.eu.ru/ebs/download/2410</a> |

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |                   |
|----|-------------------|
| Э1 | Микросхемотехника |
| Э2 | Микросхемотехника |

## 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

| Наименование                                 | Описание                                                              |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| adobe PDFReader                              | Свободное ПО                                                          |
| Micro-Cap 12                                 | Свободное ПО                                                          |
| MATLAB Classroom, Simulink Classroom         | Коммерческая лицензия                                                 |
| WinDjView                                    | Свободное ПО                                                          |
| FoxitReader                                  | Свободное ПО                                                          |
| MS Office 2003                               | Коммерческая лицензия                                                 |
| Mozilla                                      | Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями      |
| Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10 | Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно                |
| Mathcad University Classroom                 | Бессрочно. Лицензия на ПО PKG-7517-LN, SON – 2469998, SCN – 8A1365510 |
| Kaspersky Endpoint Security                  | Коммерческая лицензия                                                 |

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 412 лабораторный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ Учебно-лабораторные стенды по электронике и микросхемотехнике со сменными панелями;<br>Генераторы сигналов GRG-450B – 8 шт, ГЗ-112 – 8 шт ;<br>Милливольтметр двухканальный GVT-427B – 8 шт;<br>Мультиметр М-838 – 8 шт;<br>Частотомеры ЧЗ-34А – 4 шт,<br>ЧЗ-35А – 4 шт;<br>Вольтметр универсальный В7-26 -1 шт |
| 2 | 413 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, лекционная аудитория Специализированная мебель (70 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран.<br>Мультимедийный проектор (NEC)<br>ПК: Intel Core 2 duo /2Gb – 1 шт<br>Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ                                                        |
| 3 | 415 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран.<br>Мультимедийный проектор (NEC)<br>ПК: Intel Pentium /8Gb – 1 шт<br>Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ                                                                                             |

| 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Микросхемотехника»). |

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

|                                                   |                                                                                       |                                |                 |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| ПОДПИСАНО<br>ЗАВЕДУЮЩИМ<br>КАФЕДРЫ                | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Паршин Юрий Николаевич,<br>Заведующий кафедрой РТУ   | <b>10.07.26</b> 14:48<br>(MSK) | Простая подпись |
| ПОДПИСАНО<br>ЗАВЕДУЮЩИМ<br>ВЫПУСКАЮЩЕЙ<br>КАФЕДРЫ | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Кошелев Виталий Иванович,<br>Заведующий кафедрой РТС | <b>11.07.26</b> 10:47<br>(MSK) | Простая подпись |