

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Радиотехнические цепи и сигналы

---

Уровень высшего образования  
Специалитет

---

Направление подготовки / специальность  
11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы  
Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.31 Радиотехнические цепи и сигналы относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции  |   | Наименование оценочного средства   |                                 |
|--|--|---|------------------------------------|---------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине   | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации    |
| ОПК-7: Способен применять методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники | ОПК-7.1: Понимает основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов<br>ОПК-7.2: Использует основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов | ОПК-7.1: Понимает принципы работы нелинейных схем. Знаком с устройством транзисторного усилителя, генератора, детектора, модулятора.<br>Знает основные схемы радиоприёмников.<br><br>ОПК-7.2: Умеет применять в работе схемы усилителя, генератора, радиоприёмника. | Допуск к лабораторной работе       | Экзамен:<br>Контрольные вопросы |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | <b>очная</b>                |
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>4</b>                    |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>144</b>                  |
| в том числе  |                             |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                             |
| - занятия лекционного типа   | 32                          |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 16                          |
| - КСР  | 2                           |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>49</b>                   |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>45</b><br><b>Экзамен</b> |

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины  | Всего<br>(часы) | в том числе   |   |             |  |
|---|-----------------|---|---|-------------|--|
|   |                 | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем),<br>часы из них |   |             | Самостоятельная<br>работа<br>обучающегося,<br>часы |
|   |                 | Занятия<br>лекционного<br>типа  | Занятия<br>семинарского<br>типа<br>(практические<br>занятия/ лабора-<br>торные<br>работы), часы | Всего       |  |
|   | 0<br>Ф<br>0     | 0<br>Ф<br>0   | 0<br>Ф<br>0   | 0<br>Ф<br>0 | 0<br>Ф<br>0  |
| Линейные четырехполюсники: методы описания и эквивалентные схемы (Z, Y, H - параметры)  | 4               | 1   | 1   | 2           | 2  |
| Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики   | 6               | 2   | 1   | 3           | 3  |
| Апериодический усилитель на биполярном транзисторе: линейный режим  | 7               | 2   | 2   | 4           | 3  |
| Эмиттерный повторитель  | 6               | 2   | 1   | 3           | 3  |
| Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях  | 5               | 2   | 1   | 3           | 2  |
| Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость   | 6               | 2   | 1   | 3           | 3  |
| Свойства усилительных каскадов с отрицательной и положительной обратными связями  | 5               | 2   | 1   | 3           | 2  |
| Резонансный усилитель: линейный режим   | 5               | 2   | 1   | 3           | 2  |
| Дифференциальный усилитель  | 5               | 2   |   | 2           | 3  |
| Операционный усилитель: свойства и схемы включения  | 5               | 2   |   | 2           | 3  |
| Параметрическое усиление сигналов   | 4               | 2   |   | 2           | 2  |
| Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик  | 6               | 2   | 1   | 3           | 3  |
| Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие   | 5               | 2   | 1   | 3           | 2  |
| Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема, условия стационарного режима  | 5               | 1   | 1   | 2           | 3  |
| Условия самовозбуждения автогенератора (линейное приближение), мягкий и жесткий режимы самовозбуждения  | 4               | 1   | 1   | 2           | 2  |
| Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках | 5               | 1   | 1   | 2           | 3  |
| Схемы ЧМ и ФМ детекторов. Описание работы на частотном и/или временном языках   | 3               | 1   |   | 1           | 2  |
| Принципы получения модулированных колебаний. Описание работы модуляторов на частотном и/или временном языках (АМ, ЧМ и ФМ-модулятор)                                      | 3               | 1   |   | 1           | 2  |
| Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты. Понятие гетеродина   | 4               | 1   | 1   | 2           | 2  |
| Структурная схема радиоприёмника прямого усиления. Его достоинства и недостатки. Структурная схема супергетеродинного приёмника. Его достоинства и недостатки.            | 4               | 1   | 1   | 2           | 2  |
| Аттестация  | 45              |   |   |             |  |

|       |     |    |    |    |    |
|-------|-----|----|----|----|----|
| КСР   | 2   |    |    | 2  |    |
| Итого | 144 | 32 | 16 | 50 | 49 |

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Линейные четырехполосники: методы описания и эквивалентные схемы ( $Z$ ,  $Y$ ,  $H$  - параметры)
2. Линейные параметрические цепи. Параметрическое усиление
3. Биполярный транзистор, что это такое, как устроено, как работает, зачем нужно? Какие биполярные транзисторы бывают? Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики
4. Аперiodический усилитель напряжения на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером (ОЭ): линейный режим. Вывод формулы для коэффициента усиления.
5. Усилитель с общим эмиттером (ОЭ) как линейный четырехполосник: принцип работы, назначение, эквивалентная схема, АЧХ и ФЧХ линейного усилителя, динамическая (нагрузочная) характеристика. Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях
6. Резонансный усилитель: линейный режим. Устройство, принцип работы, назначение.
7. Эмиттерный повторитель. Устройство, принцип работы, эквивалентная схема, назначение
8. Понятия отрицательной и положительной обратной связи (сокращённо - ООС и ПОС). Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость. Зачем в усилителях применяется ООС и ПОС.
9. Дифференциальный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства
10. Операционный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства. Схемы включения
11. Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик. Цель этой аппроксимации. Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие
12. Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема. Условия самовозбуждения автогенератора, условия стационарного режима.
13. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения генератора
14. Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках
15. Детектирование сигналов. Схемы ЧМ и ФМ детекторов. Описание работы на частотном и/или временном языках
16. Принципы получения модулированных колебаний. Описание работы модуляторов на частотном и/или временном языках (АМ, ЧМ и ФМ-модулятор)
17. Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты. Понятие гетеродина
18. Структурная схема радиоприёмника прямого усиления. Его достоинства и недостатки. Структурная схема супергетеродинного приёмника. Его достоинства и недостатки.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники. – Н. Новгород: ННГУ, 2005.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Ленанд, 2016.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:**

1. Что такое биполярный транзистор?
2. Какие схемы включения транзистора используют?
3. Чем различаются схемы включения транзистора?
4. Изобразить входные и выходные статические характеристики транзистора.
5. Каково назначение элементов в усилителе по схеме ОЭ?
6. Что такое начальная рабочая точка и на каком участке характеристик она выбирается?
7. Что такое входная и выходная динамические характеристики?
8. Почему коэффициент усиления усилителя зависит от частоты?
9. Чем определяется максимальное значение коэффициента усиления?
10. Что такое линейные искажения в усилителе?
11. Для чего используется эмиттерный повторитель?

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)**

| Оценка     | Критерии оценивания   |
|------------|---|
| зачтено    | Студент показал понимание работы рассматриваемых в лабораторной работе схем |
| не зачтено | Понимание отсутствует или поверхностное                                     |

### **5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации**

#### **Шкала оценивания сформированности компетенций**

| Уровень сформированности компетенций (индик) | плохо      | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо  | очень хорошо | отлично | превосходно |
|--|------------|---------------------|-------------------|---------|--------------|---------|-------------|
|  | не зачтено |                     |                   | зачтено |              |         |             |

|                                 |   |  |  |   |   |   |  |
|---------------------------------|---|--|--|---|---|---|--|
| <b>атор<br/>достиж<br/>ения</b> |   |  |  |   |   |   |  |
| <u>Знания</u>                   | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок                               | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.  | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.   |
| <u>Умения</u>                   | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа              | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u>                   | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа                | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов  | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов  | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач  |

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка         |                     | Уровень подготовки   |
|----------------|---------------------|--|
| <b>зачтено</b> | <b>превосходно</b>  | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
|                | <b>отлично</b>      | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|                | <b>очень хорошо</b> | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |

|                   |                            |  |
|-------------------|----------------------------|--|
|                   | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|                   | <b>удовлетворительно</b>   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| <b>не зачтено</b> | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|                   | <b>плохо</b>               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. Линейные четырехполюсники: методы описания и эквивалентные схемы (Z, Y, H - параметры)
2. Линейные параметрические цепи. Параметрическое усиление
3. Биполярный транзистор, что это такое, как устроено, как работает, зачем нужно? Какие биполярные транзисторы бывают? Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики
4. Аперiodический усилитель напряжения на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером (ОЭ): линейный режим. Вывод формулы для коэффициента усиления.
5. Усилитель с общим эмиттером (ОЭ) как линейный четырехполюсник: принцип работы, назначение, эквивалентная схема, АЧХ и ФЧХ линейного усилителя, динамическая (нагрузочная) характеристика. Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях
6. Резонансный усилитель: линейный режим. Устройство, принцип работы, назначение. С выводом всех необходимых формул!
7. Эмиттерный повторитель. Устройство, принцип работы, эквивалентная схема, назначение
8. Понятия отрицательной и положительной обратной связи (сокращённо - ООС и ПОС). Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость. Зачем в усилителях применяется ООС и ПОС?
9. Дифференциальный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства
10. Операционный усилитель. Устройство, принцип работы, назначение, свойства. Схемы включения
11. Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик. Цель этой аппроксимации. Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие
12. Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема. Условия самовозбуждения автогенератора, условия стационарного режима.
13. Мягкий и жёсткий режимы возбуждения генератора
14. Детектирование сигналов. Амплитудное детектирование на нелинейном элементе. Схема амплитудного детектора и объяснение принципа его работы на временном и частотном языках
15. Детектирование сигналов. Схемы ЧМ и ФМ детекторов. Описание работы на частотном и/или временном языках
16. Принципы получения модулированных колебаний. Описание работы модуляторов на частотном и/или временном языках (АМ, ЧМ и ФМ-модулятор)

17. Перенос информации с одной несущей на другую. Назначение и принцип работы преобразователя частоты. Понятие гетеродина
18. Структурная схема радиоприёмника прямого усиления. Его достоинства и недостатки. Структурная схема супергетеродинного приёмника. Его достоинства и недостатки.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| превосходно         | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса, а также на дополнительно задаваемый экзаменатором вопрос из списка контрольных вопросов. |
| отлично             | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса.  |
| очень хорошо        | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса с рядом заметных ошибок.  |
| хорошо              | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт ответ на два контрольных вопроса не более, чем с двумя значительными ошибками.   |
| удовлетворительно   | Ставится, если студент после подготовки с использованием конспектов лекций даёт исчерпывающий ответ на два контрольных вопроса с 3-4 значительными ошибками в каждом.  |
| неудовлетворительно | Ставится, если есть слабые знания по некоторым вопросам, а знания по всем остальным вопросам отсутствуют.  |
| плохо               | Ставится, если отсутствуют знания по всем вопросам.  |

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Орлов Игорь Яковлевич. Курс лекций по основам радиоэлектроники : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2005. - 168 с. : ил. - ISBN 5-85746-780-2 : 60.00., 124 экз.
2. Баскаков Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. для студентов вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2003. - 462 с. : ил. - ISBN 5-06-003843-2 : 94.05., 2 экз.
3. Методическое пособие по решению задач теории линейных электрических цепей : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подгот. 03.03.03 "Радиофизика", 02.03.03 "Фундам. информатика и информ. технологии" и специальностям 11.05.02 "Спец. радиотехн. системы", 10.05.02 "Информ. безопасность телекоммуникац. систем" / [авт.: В. А.



Односецев, И. Я. Орлов, В. В. Пархачев и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 78 с. - ISBN 978-5-91326-694-1 : 49.19., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Гоноровский Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Радиотехника". - Изд. 5-е, испр. - М. : Дрофа, 2006. - 719, [1] с. : ил. - (Классики отечественной науки) (Высшее образование). - ISBN 5-7107-7985-7 : 202.30., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL7WDm-fF8ImrUfi6uTYcu2qe9bV8tROTr>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Учебно-лабораторный интерактивный комплекс «Специальные радиотехнические системы» для проведения занятий для студентов с использованием современного оборудования по теоретическим основам специальных радиотехнических систем, предусмотренных программой, оснащенное высокотехнологичным оборудованием: 4 базовых модуля лабораторного комплекса «Устройства генерирования и формирования сигналов» для проведения лабораторно-практических занятий по изучению радиопередающих устройств, устройств генерирования и формированию сигналов; сменный блок «Автогенераторы» для выполнения лабораторно-исследовательских работ по изучению принципов генерации в составе комплекса по изучению теоретических основ специальных радиотехнических систем или в составе базовых модулей лабораторного комплекса «Устройства генерирования и формирования сигналов»; офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Пархачев Владимир Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25 мая 2023 г., протокол № 04/23.