

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Радиоэлектроника

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Фундаментальная радиофизика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.29 Радиоэлектроника 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 (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства | |
|---|--|--|------------------------------------|---------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации |
| ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности; | ОПК-1.1: Обладает фундаментальными знаниями в области физики и радиофизики ОПК-1.2: Анализирует физические аспекты теории и возможности ее использования для решения научно-исследовательских задач ОПК-1.3: Решает научно-исследовательские задачи, в том числе в сфере педагогической деятельности | ОПК-1.1: Знать методики получения базовых знаний в области радиоэлектроники. Уметь овладевать базовыми знаниями в области радиоэлектроники и использовать их в профессиональной деятельности Владеть опытом получения базовых знаний в области радиоэлектроники, и их использования в профессиональной деятельности ОПК-1.2: Знать методики получения базовых знаний в области радиоэлектроники. Уметь овладевать базовыми знаниями в области радиоэлектроники и использовать их в профессиональной деятельности Владеть опытом получения базовых знаний в области радиоэлектроники, и их использования в профессиональной деятельности ОПК-1.3: Знать методики получения | Собеседование | Экзамен: Контрольные вопросы |

| | | | | |
|--|---|--|---------------|---------------------------------|
| | | <p>базовых знаний в области радиоэлектроники.</p> <p>Уметь овладевать базовыми знаниями в области радиоэлектроники и использовать их в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть опытом получения базовых знаний в области радиоэлектроники, и их использования в профессиональной деятельности</p> | | |
| ОПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные; | <p>ОПК-2.1: Использует методы радиофизических измерений и методы обработки результатов</p> <p>ОПК-2.2: Формулирует задачи экспериментального и теоретического исследования в области радиофизики, использует радиофизическое измерительное оборудование и применяет теоретические методы</p> <p>ОПК-2.3: Применяет практические навыки радиофизических исследований и представления результатов</p> | <p>ОПК-2.1:</p> <p>Знать современные информационные технологии.</p> <p>Уметь работать с литературными источниками.</p> <p>Владеть персональным компьютером</p> <p>ОПК-2.2:</p> <p>Знать современные информационные технологии.</p> <p>Уметь работать с литературными источниками.</p> <p>Владеть персональным компьютером</p> <p>ОПК-2.3:</p> <p>Знать современные информационные технологии.</p> <p>Уметь работать с литературными источниками.</p> <p>Владеть персональным компьютером</p> | Собеседование | Экзамен: Контрольные вопросы |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | |
|--|--------------|
| | очная |
| Общая трудоемкость, з.е. | 5 |
| Часов по учебному плану | 180 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 48 |

| | |
|--|---------------|
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 32 |
| - КСР | 2 |
| самостоятельная работа | 53 |
| Промежуточная аттестация | 45 Экзамен |

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 (часы) | в том числе | | | |
|--|-----------------|---|---|-------------|--|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы | Всего | |
| | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о |
| Тема 1. Введение в курс. Цели и задачи курса. Измерительный канал в экспериментальной радиофизике. Радиотехнический канал в информационных системах. Примеры обработки сигналов в радиоастрономии, акустике, телеметрии. Примеры синтеза сигналов в радиолокации, радиосвязи, системах защиты информации | 1 | 1 | | 1 | |
| Тема 2. Введение в теорию радиотехнических сигналов. Классификация радиотехнических сигналов. Спектральное представление сигналов. Дискретизация и квантование сигнала. Модулированные сигналы | 36 | 9 | 14 | 23 | 13 |
| Тема 3. Основы теории радиотехнических цепей. Методы математического описания линейных стационарных цепей. Линейная фильтрация. Линейные нестационарные цепи. Введение в теорию нелинейных цепей | 37 | 15 | 9 | 24 | 13 |
| Тема 4. Преобразование сигналов радиотехническими цепями. Усиление сигналов. Генерация гармонических колебаний. Принципы получения модулированных колебаний. Детектирование сигналов. Преобразование частоты | 34 | 15 | 9 | 24 | 10 |
| Тема 5. Аналоговая и интегральная схемотехника. Интегральные операционные усилители (ОУ) и функциональные узлы на их основе | 25 | 8 | | 8 | 17 |
| Аттестация | 45 | | | | |
| КСР | 2 | | | 2 | |
| Итого | 180 | 48 | 32 | 82 | 53 |

Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия (семинарские занятия / лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью

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.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в ФОС

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Вопросы для собеседования соответствуют контрольным вопросам к экзамену

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Вопросы для собеседования соответствуют контрольным вопросам к экзамену

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|---|
| зачтено | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных задач. Студент безупречно решил задачу, дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета, правильно ответил на дополнительные вопросы, а также решил одно из заданий повышенной сложности, продемонстрировав способность к самостоятельной выработке умений и навыков решения нестандартных задач. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий ИЛИ Высокий уровень подготовки Студент безупречно решил задачу, а также дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше ИЛИ Хорошая подготовка. Студент решил задачу, дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета, но имеются неточности или шероховатости в ответах. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. ИЛИ В целом хорошая подготовка с небольшими ошибками или недочетами. Студент решил задачу, дал ответ на теоретический вопрос билета, но имеются неточности или шероховатости в ответах. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%. ИЛИ Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний. Студент решил задачу, дал неполный ответ на теоретический вопрос билета, затруднялся с ответом на дополнительные вопросы. |
| не зачтено | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент не решил задачу или испытывал значительные трудности при ее решении. Студент дает |

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------|---|
| | ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50% ИЛИ Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы, не умеет решать задачи. |

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
|--|---|--|--|---|---|---|--|
| | не зачтено | | зачтено | | | | |
| <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 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 | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели | Имеется минимальный набор навыков для решения | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны | Продemonстрированы навыки при решении нестандарт | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартны |

| | | | | | | | |
|--|--|---------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------|
| | вследствие отказа обучающегося от ответа | место грубые ошибки | стандартны х задач с некоторым и недочетами | х задач с некоторым и недочетами | х задач без ошибок и недочетов | ных задач без ошибок и недочетов | х задач |
|--|--|---------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------|

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|------------|---------------------|--|
| зачтено | превосходно | 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 |
| | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично». |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо». |
| | удовлетворительно | 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» |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно». |
| | плохо | 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-1

1. Условие ортогональности сигналов.
2. Спектр периодического сигнала.
3. Спектр непериодического сигнала.
4. Основные свойства преобразования Фурье.
5. Спектральная плотность прямоугольного видеоимпульса, радиоимпульса.
6. Амплитудный спектр периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов, радиоимпульсов.

7. Теория Котельникова для сигнала с ограниченным спектром.
8. Спектр АМ сигнала.
9. Спектр ЧМ сигнала.
10. Первый и второй законы Кирхгофа для электрической цепи.
11. Интеграл Дюамеля.
12. Спектр сигнала на выходе четырехполосника.
13. Нарисовать фильтр нижних частот, фильтр верхних частот и полосовой фильтр.
14. Нарисовать и объяснить график $|Z_{вх}|$ последовательного и параллельного колебательного контуров.
15. Условие безыскаженной передачи сигнала через электрическую цепь.
16. Основные свойства нелинейных цепей.
17. АЧХ и ФЧХ апериодического усилителя.
18. Положительная и отрицательная обратная связь.
19. Критерий Найквиста устойчивости цепи с обратной связью.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Нарисовать принципиальную схему апериодического усилителя.
2. Нарисовать принципиальную схему резонансного усилителя.
3. Нарисовать принципиальную схему автогенератора гармонических колебаний.
4. Нарисовать принципиальную схему амплитудного детектора.
5. Нарисовать принципиальную схему синхронного детектора (структурную).
6. Нарисовать принципиальную схему частотного детектора.
7. Нарисовать принципиальную схему фазового детектора.
8. Нарисовать принципиальную схему преобразователя частоты.
9. Нарисовать принципиальную схему эмиттерного повторителя.
10. Динамическая нагрузочная характеристика апериодического усилителя.
11. Правила идеального операционного усилителя.

12. Нарисовать схему включения инвертирующего ОУ напряжения.
13. Нарисовать схему включения неинвертирующего ОУ напряжения.
14. Линейные искажения в резонансном усилителе.
15. Мягкий и жесткий режим возбуждения. Средняя крутизна.
16. Частотные искажения при амплитудном детектировании.
17. Спектр на выходе амплитудного детектора.
18. Нарисовать и объяснить график коэффициента передачи преобразователя частоты.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка | Критерии оценивания |
|-------------------|---|
| превосходно | Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных задач. Студент безупречно решил задачу, дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета, правильно ответил на дополнительные вопросы, а также решил одно из заданий повышенной сложности, продемонстрировав способность к самостоятельной выработке умений и навыков решения нестандартных задач. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий |
| отлично | Высокий уровень подготовки Студент безупречно решил задачу, а также дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше |
| очень хорошо | Хорошая подготовка. Студент решил задачу, дал полный и развернутый ответ на теоретический вопрос билета, но имеются неточности или шероховатости в ответах. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%. |
| хорошо | В целом хорошая подготовка с небольшими ошибками или недочетами. Студент решил задачу, дал ответ на теоретический вопрос билета, но имеются неточности или шероховатости в ответах. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%. |
| удовлетворительно | Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний. Студент решил задачу, дал неполный ответ на теоретический вопрос билета, затруднялся с ответом на дополнительные вопросы. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70% |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|---|
| неудовлетворительно | Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент не решил задачу или испытывал значительные трудности при ее решении. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50% |
| плохо | Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы, не умеет решать задачи. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20%. |

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

Основная литература:

1. Баскаков Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы : [учебник для вузов по специальности "Радиотехника"]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 448 с. : ил. - ISBN 5-06-001409-6 (в пер.) : 1.50., 219 экз.
2. Гоноровский Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для радиотехн. вузов и фак. / И. С. Гоноровский. - Изд. 2-е испр. - Москва : Советское радио, 1964. - 695 с. : с черт. - 1.58., 10 экз.
3. 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.

Дополнительная литература:

1. Гоноровский Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для радиотехн. вузов и фак. / И. С. Гоноровский. - Изд. 2-е испр. - Москва : Советское радио, 1964. - 695 с. : с черт. - 1.58., 10 экз.

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

- 1) Кривошеев В.И. Спектральное представление сигналов. Методические указания к практикуму по ТОР. http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/SpectrSignal.pdf
- 2) Рыжак С.М. Прохождение сигналов через линейные цепи. Методические указания к практикуму по ТОР. http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/LinearC.pdf
- 3) Радиотехнические цепи и сигналы http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/OscillC.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 03.03.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Орлов Игорь Яковлевич, доктор технических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.