

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

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

Радиотехнические цепи и сигналы

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы специального назначения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.О.31 «Радиотехнические цепи и сигналы» относится к обязательной части ООП направления подготовки 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

## 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	
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. ОПК-7.2: Использует основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов.	ОПК-7.1: Знать основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов. ОПК-7.2: Уметь использовать основные методы анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов.	Собеседование, задача (практическое задание)

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</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> экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1. Принципы усиления сигналов. Усилительные элементы.	5	2			2	3
Тема 2. Аперидический усилитель. Эмиттерный повторитель.	19	4		5	9	10
Тема 3. Резонансный усилитель.	7	2		1	3	4
Тема 4. Активные линейные цепи с обратными связями.	5	2			2	3
Тема 5. Дифференциальный и операционный усилители	5	2			2	3
Тема 6. Линейные цепи с переменными параметрами	5	2			2	3
Тема 7. Методы анализа нелинейных цепей	11	6		1	7	4
Тема 8. Автогенераторы.	15	4		5	9	6
Тема 9. Модуляторы.	7	2		1	3	4
Тема 10. Демодуляторы.	10	2		2	4	6
Тема 11. Преобразователи частоты.	8	4		1	5	3
Аттестация	45					
КСР	2				2	
Итого	144	32		16	50	49

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.

Практическая подготовка предусматривает: решение практических заданий по отдельным разделам дисциплины, приобретение навыков экспериментальных исследований в рамках лабораторного практикума.

Выполняются одна из трех лабораторных работ:

	Наименование лабораторной работы	Темы дисциплины
1.	Апериодический усилитель	2, 7
2.	Генератор гармонических колебаний	3, 7, 8
3.	Нелинейные преобразования сигналов	7, 9, 10, 11

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 16 ч.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:
- решение задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей, аналоговых и цифровых узлов современной электроники, различными методами,
- оптимизация параметров радиотехнических систем (устройств) с использованием различных методов исследований.
- компетенций: ОПК-7.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

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

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся разрабатывается электронный курс (Радиотехнические цепи и сигналы, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8474>) в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru>.

Кроме того, самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью дополнительной и основной учебной литературы (п.6), включающей учебные пособия и методические разработки для выполнения лабораторных работ, и контролируется на допуске к лабораторным работам и приемке отчета по лабораторным работам.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретическ	Уровень знаний ниже минимальн	Минимальн о допустимый уровень	Уровень знаний в объеме, соответствую	Уровень знаний в объеме, соответствую	Уровень знаний в объеме, соответствую	Уровень знаний в объеме, превышаю

	ого материала.  Невозможн ость оценить полноту знаний вследствие отказа обучающег ося от ответа	ых требований. Имели место грубые ошибки.	знаний. Допущено много негрубых ошибки.	щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	щем программе подготовки. Допущено несколько несущественн ых ошибок	ющем программе подготовки, без ошибок.	щем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальн ых умений Невозможн ость оценить наличие умений вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	Продемонст рированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонст рированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несуществе нными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонст рированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . Невозможн ость оценить наличие навыков вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальн ый  набор навыков для решения стандартны х задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки  при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки  при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рированы навыки  при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рирован творческий подход к решению нестандартн ых задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»,

зачтено		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», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

### 5.2.1. Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1) Принципы усиления сигналов с помощью электровакуумного триода, униполярного и биполярного транзисторов.	ОПК-7
2) Режимы работы биполярного транзистора, его статические характеристики.	ОПК-7
3) Усилитель как линейный четырехполюсник: эквивалентная схема, АЧХ и ФЧХ линейного усилителя, динамические (нагрузочные) характеристики.	ОПК-7
4) Аперидический усилитель на биполярном транзисторе: линейный режим.	ОПК-7
5) Эмиттерный повторитель.	ОПК-7
6) Линейные (частотные) и нелинейные искажения в усилителях.	ОПК-7
7) Усилители с обратными связями: реализация и виды обратной связи, коэффициент передачи, устойчивость.	ОПК-7
8) Свойства усилительных каскадов с отрицательной и положительной обратными связями.	ОПК-7
9) Операционный усилитель: свойства и схемы включения.	ОПК-7
10) Дифференциальный усилитель: свойства.	ОПК-7
11) Резонансный усилитель: линейный режим.	ОПК-7

<b>Вопросы</b>	<b>Код формируемой компетенции</b>
12) Временные характеристики линейных параметрических двухполюсников и четырехполюсников.	ОПК-7
13) Частотные характеристики параметрических четырехполюсников.	ОПК-7
14) Параметрическое усиление сигналов.	ОПК-7
15) Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик.	ОПК-7
16) Преобразование спектра в цепи с резистивным нелинейным элементом: гармоническое и бигармоническое воздействие.	ОПК-7
17) Угол отсечки и коэффициенты Берга, выпрямление переменного тока.	ОПК-7
18) Нелинейное резонансное усиление.	ОПК-7
19) Умножение частоты в нелинейном четырехполюснике.	ОПК-7
20) Амплитудное ограничение в нелинейном четырехполюснике.	ОПК-7
21) Автогенератор гармонических колебаний: принцип работы, схема, условия стационарного режима.	ОПК-7
22) Условия самовозбуждения автогенератора (линейное приближение), мягкий и жесткий режимы самовозбуждения.	ОПК-7
23) Стационарный режим автогенератора (квазилинейное приближение), к.п.д. автогенератора, оптимизация режима запуска.	ОПК-7
24) Амплитудная модуляция в резонансном усилителе.	ОПК-7
25) Амплитудная модуляция в автогенераторе, особенности спектра модулированного колебания.	ОПК-7
26) Балансный модулятор.	ОПК-7
27) Угловая модуляция в линейном параметрическом четырехполюснике. ФМ в резонансном усилителе с перестройкой резонансной частоты.	ОПК-7
28) Частотная модуляция в автогенераторе с управляемой частотой.	ОПК-7
29) Амплитудное детектирование на нелинейном элементе, линейные (частотные) и нелинейные искажения.	ОПК-7
30) Амплитудное детектирование в параметрических цепях, детектирование сигнала с одной боковой полосой.	ОПК-7
31) Фазовое детектирование линейным параметрическим и нелинейным каскадами.	ОПК-7
32) Частотное детектирование преобразованием ЧМ в АМ и ЧМ в ФМ.	ОПК-7
33) Преобразование частоты в нелинейном шестиполоснике (линейное приближение), коэффициент преобразования.	ОПК-7
34) Дополнительные каналы и интерференционные искажения при преобразовании частоты.	ОПК-7
35) Комбинационные частоты при преобразовании частоты (нелинейный режим по сигналу).	ОПК-7

### 5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-7

Типовые контрольные задания формулируются из перечня нескольких разных по сложности вопросов, перечисленных в п.п. 5.2.1.

Необходимым условием допуска к экзамену является выполнение одной из перечисленных в п. 3.2 лабораторных работ.

*Примечание:* в качестве дополнительного вопроса на положительную оценку может быть предложена задача на прохождение заданного сигнала через линейную электрическую цепь.

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

а) основная литература:

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Ленанд, 2016. (222 экз.)
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: ДРОФА, 2006. (165 экз.)
3. Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации, Волосюк В.К., Кравченко В.Ф., Изд. «Физматлит», 2008, 704 с. Электронный ресурс: ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>
4. Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники. – Н. Новгород: ННГУ, 2005. (143 экз.)
5. Радиотехнические цепи и сигналы. Примеры и задачи/ Под ред. И.С. Гоноровского. – М.: Радио и связь, 1989.
6. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] / Ботов М.И., Вяхирев В.А., Девотчак В.В. - Красноярск: СФУ, 2012. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763827408.html>

б) дополнительная литература:

1. Кривошеев В.И. Спектральные представления сигналов. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2005. [http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF\\_NNSU/SpectrSignal.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/SpectrSignal.pdf)

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

1. Электронный курс в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru> «Радиотехнические цепи и сигналы» <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8474>
2. Сайт кафедры радиотехники радиофизического факультета ННГУ, вкладка Методическая литература (методические пособия: Аперiodический усилитель, Генератор гармонических колебаний, Нелинейные преобразования сигналов) <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/index.php#>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Лекционный зал, аудитории для практических занятий в группах, мультимедийный проектор.

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/ОС ННГУ по направлению 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы», специальности (специализации) «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения».



Автор(ы): Пархачёв В.В.

Заведующий кафедрой: Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии  
президиума ученого совета ННГУ от 14 декабря 2021, протокол № 4.