

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 / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

президиумом

Ученого совета ННГУ

протокол от

«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

Радиоэлектроника

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.03 «Радиофизика»

Направленность образовательной программы

«Радиофизика и электроника»

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Нижегород

2022

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиоэлектроника» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы (ООП) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» и направленности «Радиофизика и электроника» на радиофизическом факультете ННГУ. Обязательна для освоения в пятом семестре.

Целями освоения дисциплины являются:

Целями освоения дисциплины «Радиоэлектроника» является обучение студентов методам представления сигналов, методам математического описания радиотехнических цепей и основам теории преобразования сигналов в радиотехнических устройствах. Как следствие – подготовить студентов к практическому применению полученных знаний при исследовании радиотехнических устройств и измерительных систем, а также при использовании радиотехнических методов исследований в экспериментальной радиофизике и в информационных системах.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 (этап освоения базовый)	З1 (ОПК-1) Знать современные информационные технологии. У1 (ОПК-1) Уметь работать с литературными источниками В1 (ОПК-1) Владеть персональным компьютером
ОПК- 2 (этап освоения базовый)	З2 (ОПК-2) Знать методы спектрального аппаратного анализа, методы временного представления сигналов, способы анализа линейных и нелинейных цепей. У2 (ОПК-2) Уметь проводить анализ прохождения сигналов в линейных и нелинейных цепях В2 (ОПК-2) Владеть аппаратом математического представления сигналов и радиоэлектронных цепей

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Радиотехнические системы»

. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 82 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (48 часов занятия лекционного типа, 32 часа семинарские занятия, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 98 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (из которых 45 часов — подготовка к экзамену).

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе													Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы															
				из них															
	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего									
Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная			
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															
Тема 2 Введение в теорию радиотехнических сигналов Классификация радиотехнических сигналов. Спектральное представление сигналов. Дискретизация и квантование сигнала. Модулированные сигналы	39			10			12								15				

Тема 3 Основы теории радиотехнических цепей Методы математического описания линейных стационарных цепей. Линейная фильтрация. Линейные нестационарные цепи. Введение в теорию нелинейных цепей	41			16			10							15			
Тема 4 Преобразование сигналов радиотехническими цепями Усиление сигналов. Генерация гармонических колебаний. Принципы получения модулированных колебаний. Детектирование сигналов. Преобразование частоты	36			13			10							15			
Тема 5 Аналоговая и интегральная схемотехника Интегральные операционные усилители (ОУ) и функциональные узлы на их основе	27			8										19			
Промежуточная аттестация — экзамен																	

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского типа. Итоговый контроль осуществляется на экзамене.

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме практических занятий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лекционного типа:

- лекции с проблемным изложением учебного материала.
- используемые на занятиях практического типа:**
- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;
 - решение проблемных ситуаций для реализации технологии коллективной мыслительной деятельности.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1 Темы лабораторных занятий

1. Автогенератор гармонических колебаний.
2. Нелинейное преобразование сигналов.
3. Усилитель низкой частоты.

5.2 Темы семинарских занятий.

1. Спектральное представление сигналов.
2. Характеристики линейных цепей.
3. Прохождение сигналов через линейные цепи.

Самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы и контролируется на экзамене, допуске к лабораторным работам и приемке отчета по лабораторным работам.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, навыков), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-1 Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и	Уровень знаний в объеме,

	полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	ошибки	Допущено несколько негрубых ошибок	Допущено несколько несущественных ошибок	погрешностей	превышающую программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Наличие грубых ошибок	Способность выполнить работу	Способность выполнить работу с незначительными погрешностями	Способность решения без ошибок и погрешностей	Способность решения с расширением выполняемой задачи	Способность решения с иностранными источниками
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие навыка	Владение навыком в минимальном объеме	Посредственное владение навыком	Достаточное владение навыком	Хорошее владение навыком	Всестороннее владение навыком
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ОПК-2 Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей	Уровень знаний в объеме, превышающим

	полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	ошибок		негрубых ошибок	несущественных ошибок		программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Наличие грубых ошибок	Способность выполнить работу	Способность выполнить работу с незначительными погрешностями	Способность решения без ошибок и погрешностей	Способность решения с расширением выполняемой задачи	Способность решения с иностранными источниками
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие навыка	Владение навыком в минимальном объеме	Посредственное владение навыком	Достаточно владение навыком	Хорошее владение навыком	Всестороннее владение навыком
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2 Описание шкал оценивания результатов по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках

тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает решение задачи.

Критерии оценок.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	<p>Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий</p>
Отлично	<p>Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше</p>
Очень хорошо	<p>Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета при наличии неточностей.</p> <p>Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.</p>
Хорошо	<p>В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета при наличии неточностей. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p>
Удовлетворительно	<p>Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>
Неудовлетворительно	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p>
Плохо	<p>Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий</p>

	менее 20 %.
--	-------------

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2:

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 четырехполюсника.
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.
20. Нарисовать принципиальную схему апериодического усилителя.
21. Нарисовать принципиальную схему резонансного усилителя.
22. Нарисовать принципиальную схему автогенератора гармонических колебаний.
23. Нарисовать принципиальную схему амплитудного детектора.
24. Нарисовать принципиальную схему синхронного детектора (структурную).
25. Нарисовать принципиальную схему частотного детектора.

26. Нарисовать принципиальную схему фазового детектора.
27. Нарисовать принципиальную схему преобразователя частоты.
28. Нарисовать принципиальную схему эмиттерного повторителя.
29. Динамическая нагрузочная характеристика апериодического усилителя.
30. Правила идеального операционного усилителя.
31. Нарисовать схему включения инвертирующего ОУ напряжения.
32. Нарисовать схему включения неинвертирующего ОУ напряжения.
33. Линейные искажения в резонансном усилителе.
34. Мягкий и жесткий режим возбуждения. Средняя крутизна.
35. Частотные искажения при амплитудном детектировании.
36. Спектр на выходе амплитудного детектора.
37. Нарисовать и объяснить график коэффициента передачи преобразователя частоты.
38. Комбинационные каналы приема.

Экзаменационные билеты для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2:

Билет 1

1. Спектральное представление периодических сигналов.
2. Совместное воздействие на нелинейном элементе сигналов большой и малой амплитуд.

Билет 2

1. Общие сведения об усилителях. Принципы построения. Параметры усилителя.
2. Ортогональные сигналы. Обобщенный ряд Фурье.

Билет 3

1. Спектральное представление непериодических сигналов.
2. Эквивалентные схемы апериодического усилителя

Билет 4

1. Основные свойства преобразования Фурье.
2. Биполярный и полевой транзисторы. Статические характеристики транзисторов
- 3.

Билет 5

1. Ортогональные сигналы с ограниченным спектром.
2. АЧХ и ФЧХ апериодического усилителя. Частотные искажения в апериодическом усилителе.

Билет 6

1. Теорема Котельникова для сигнала с ограниченным спектром.
2. Динамические характеристики апериодического усилителя.

Билет 7

1. Нелинейные цепи. Их свойства и особенности.
2. Эквивалентная схема частотно-избирательного усилителя. АЧХ и ФЧХ резонансного усилителя.

Билет 8

1. Спектр дискретизированного сигнала.
2. Линейные искажения АМ колебания в резонансном усилителе.

Билет 9

1. Теорема Парсеваля и обобщенная формула Рэлея.
2. Нелинейные искажения в резонансном усилителе.

Билет 10

1. Теорема Парсеваля и обобщенная формула Рэлея.
2. Нелинейные искажения в резонансном усилителе.

Билет 11

1. Спектральная плотность периодического сигнала $U(t)=U(t+nT)$.
2. Способы включения обратной связи в усилителях. Влияние обратной связи на свойства усилителя.

Билет 12

1. АМ сигнал, спектр АМ сигнала.
2. Обобщенная схема автогенератора. Баланс амплитуд и баланс фаз.

Билет 13

1. Балансная амплитудная модуляция. Однополосная модуляция.
2. Самовозбуждение автогенератора с индуктивной обратной связью (линейное приближение).

Билет 14

1. Сигналы с однотоновой угловой модуляцией. Сходства и различия ЧМ и ФМ сигналов.
2. Стационарный режим автогенератора (квазилинейное приближение).

Билет 15

1. Спектральное разложение ЧМ и ФМ при малых индексах модуляции.
2. Устойчивость стационарных режимов работы автогенератора.

Билет 16

1. Спектр сигнала с угловой модуляцией при произвольном значении индекса модуляции.
2. Мягкое и жесткое самовозбуждение автогенератора.

Билет 17

1. Получение амплитудной модуляции с применением нелинейных каскадов.
2. КПД автогенератора и оптимизация режима запуска

Билет 18

1. Частотные характеристики параметрических четырехполюсников
2. Преобразование частоты (нелинейный режим по сигналу). Комбинационные каналы приема

Билет 19

1. Фазовое детектирование нелинейными цепями
2. Амплитудная модуляция в параметрических цепях.

Билет 20

1. Дискретизация узкополосного сигнала.
2. Частотная модуляция в автогенераторе. Параметрическое управление частотой генератора.

Билет 21

1. Импульсная и переходная характеристики четырехполюсников. Интеграл Дюамеля. Сжатие сигнала во времени.
2. Фазовое детектирование параметрическими цепями

Билет 22

1. Частотный коэффициент передачи четырехполюсника. Связь частотного коэффициента передачи и переходной характеристики.
2. Фазовая модуляция. Передаточная функция фазового модулятора. Фазовая модуляция в резонансном усилителе на варикапе

Билет 23

1. Условие физической реализуемости четырехполюсников. Условия безыскаженной передачи сигнала четырехполюсником.
2. Детектирование нелинейными цепями. Ток детектирования. Детекторная характеристика. Детектирование слабых и сильных сигналов.

Билет 24

1. Фильтрация нижних и верхних частот. Частотные и фазовые характеристики RC-фильтров нижних и верхних частот.
2. Нелинейные искажения при детектировании АМ сигнала. Частотные искажения при амплитудном детектировании.

Билет 25

1. Последовательный колебательный контур. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения. Частотная и фазовая характеристики.
2. Амплитудное детектирование параметрическими цепями

Билет 26

1. Параллельный колебательный контур. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения. Частотная и фазовая характеристики.
2. Частотное детектирование преобразованием ЧМ в АМ.

Билет 27

1. Сравнительные характеристики последовательного и параллельного контуров.
2. Прямое преобразование частоты (линейное приближение по сигналу).

Билет 28

1. Параметрические цепи. Их свойства и особенности.
2. Коэффициент передачи преобразователя частоты.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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

а) основная литература:

1. Орлов И.Я. Лекции по основам радиоэлектроники. ННГУ, 2005.
2. Основы спектрального анализа [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Крук Б.И., Журавлева О.Б. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203272.html>.
- 3 Основы радиоэлектроники и связи [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Каганов В.И., Битюков В.К. - 2 изд., стереотип. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202527.html>
- 4 Схемотехника усилительных устройств [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Перепелкин Д.А. - М. : Горячая линия - Телеком, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203487.htm>
- 5 Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Головин О.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202264.html>

б) дополнительная литература:

6. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для ВУЗов. М.Высшая школа, 2000.
7. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для ВУЗов. М.: Радио и связь, 2006.
8. Кривошеев В.И. Спектральное представление сигналов. Методические указания к практикуму по ТОР. – ННГУ, 1989.
9. Рыжаков С.М. Прохождение сигналов через линейные цепи. Методические указания к практикуму по ТОР. – ННГУ, 1989.
10. Шкелев Е.И. Схемотехника линейных усилителей. Методические указания. – ННГУ, 1991.
11. Рыжаков С.М. Колебательные контуры. Методические указания. – ННГУ, 1994.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционный зал, аудитории для практических занятий в группах, мультимедийный проектор, лабораторные установки кафедры радиотехники.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Автор _____ Орлов И.Я.

Рецензент _____ Бакунов М.И.

Заведующий кафедрой _____ Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «09» декабря 2021 года, протокол № 07/21.