

**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

Устройства приема и обработки сигналов

(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)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.10 «Устройства приема и обработки сигналов» относится к вариативной 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	
<p><i>ПК-2:</i></p> <p><i>Способен проводить математическое и компьютерное моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</i></p>	<p><i>ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.</i></p> <p><i>ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</i></p> <p><i>ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.</i></p> <p><i>ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</i></p>	<p><i>ПК-2.1: Знание основ моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.</i></p> <p><i>ПК-2.2: Знание математических моделей процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств</i></p> <p><i>ПК-2.3: Умение применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.</i></p> <p><i>ПК-2.4: Навык экспериментальных исследований в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений</i></p>	<p><i>Собеседование, задача (практическое задание)</i></p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	2
самостоятельная работа	22
Промежуточная аттестация	36 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. Основные определения. Частотные диапазоны. Структурная схема радиоприёмного устройства. Аналоговые и цифровые РПУ. Классификация и Основные технические характеристики РПУ.	4	2			2	2
Тема 2. Шумы пассивных и активных элементов электрических цепей. Эквивалентная схема источника шума. Шумы многокаскадной схемы. Шумы РПУ. Связь технических характеристик и шумовыми свойствами РПУ.	4	2			2	2

Тема 3. Входные цепи РПУ и эквивалентные схемы. Назначение и характеристики входных цепей (ВЦ). Особенности входных устройств различных схем.	23	12	6		18	5
Тема 4. Классификация усилителей. Схемы УРЧ. Регенеративный усилитель. Каскадная схема, дифференциальный усилитель. Эквивалентная схема УРЧ. ОС и устойчивость резонансного усилителя. Малошумящие усилители.	12	4	4		8	4
Тема 5. Общие принципы преобразования и схемы преобразователей частоты (ПЧ). Общие принципы гетеродинного преобразования частоты. Эквивалентная схема и параметры преобразователей частоты. Частотная характеристика преобразователя. Линейный и нелинейный режимы работы ПЧ. Побочные каналы преобразования. Основные типы преобразователей частоты. Гетеродины в преобразователях частоты.	15	4	6		10	5
Тема 6. УПЧ с распределенной избирательностью. Усилители ПЧ с фильтрами сосредоточенной селекции.	6	4			4	2
Тема 7. Теория детектирования сигналов. Детектирование непрерывных сигналов. Детектирование импульсных сигналов. Искажения при детектировании АМ-сигналов. Схемы амплитудных детекторов. Параметрический амплитудный детектор.	6	4			4	2
Аттестация	36					
КСР	2				2	
Итого	108	32	16		50	22

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 задач по отдельным разделам дисциплины, работу над ошибками в процессе семинарских занятий.

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:
 - понимание основ работы устройств приёма и обработки сигналов, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения;
 - понимание принципов построения, методов проектирования и способов применения устройств приёма и обработки сигналов, методов их расчёта и повышения эффективности;
 - навык оценки основных характеристик радиоприёмных устройств, входящих в состав радиотехнических систем различного назначения.
- компетенции ПК-2.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа (практических работ), 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 создан электронный курс (Устройства приёма и обработки сигналов, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=5459>) в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru>.

Кроме того, самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы (п.6).

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 теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающег ся от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимал ных умений Невозмож ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающег ся 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 . Невозмож ность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающег ся от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимал ный 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
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», 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 п.2)

5.2.1. Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1) Сетка радиочастот. Диапазоны. Выделенная полоса частот.	ПК-2
2) Классификация радиоприёмных устройств.	ПК-2
3) Обобщённая структурная схема радиоприёмного устройства.	ПК-2
4) Радиоприемник прямого усиления. Регенеративный приёмник.	ПК-2
5) Структурно-функциональная схема супергетеродинного приёмника.	ПК-2
6) Характеристики и параметры радиоприёмных устройств.	ПК-2
7) Диапазон рабочих частот и селективность радиоприёмных устройств.	ПК-2
8) Чувствительность, помехоустойчивость, динамический диапазон радиоприёмных устройств.	ПК-2
9) Шумовые свойства радиоприёмных устройств.	ПК-2
10) Коэффициент шума четырёхполосника и многокаскадной схемы.	ПК-2
11) Параметры и характеристики входных цепей. Типы согласующих цепей.	ПК-2
12) Схемы подключения входной цепи к антенне. Схемы подключения входной цепи к нагрузке.	ПК-2
13) Эквивалентные схемы приёмных антенн.	ПК-2
14) Режим согласования одноконтурной входной цепи.	ПК-2
15) Эквивалентные схемы входных цепей.	ПК-2
16) Типы связи выходного контура с активным элементом. Частичное и полное включение нагрузки.	ПК-2
17) Входная цепь для магнитной антенны.	ПК-2
18) Особенности входных цепей в различных диапазонах волн.	ПК-2
19) Структура, параметры и характеристики усилителя радиочастоты.	ПК-2
20) Обобщённая эквивалентная схема резонансного усилителя.	ПК-2

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
21) Устойчивость работы усилителей радиочастоты.	ПК-2
22) Способы формирования АЧХ и ФЧХ в усилителях радиочастоты.	ПК-2
23) Принципиальные электрические схемы усилителей радиочастоты.	ПК-2
24) Общие принципы преобразования и схема преобразователя частоты.	ПК-2
25) Различие эквивалентных схем преобразовательных и усилительных каскадов.	ПК-2
26) Эквивалентные схемы усилителей радиочастоты.	ПК-2
27) Общие принципы гетеродинного преобразования частоты.	ПК-2
28) Побочные каналы преобразования.	ПК-2
29) Эквивалентная схема и параметры преобразователей частоты.	ПК-2
30) Назначение, принципы работы и типы детекторов радиосигналов.	ПК-2
31) Диодный амплитудный детектор.	ПК-2
32) Системы автоматической регулировки усиления и АПЧ.	ПК-2
33) Переходные процессы при автоматической подстройке частоты гетеродина. Устойчивость систем АПЧ.	ПК-2
34) Классификация радиопомех. Естественные и техногенные помехи.	ПК-2
35) Помехоустойчивость радиоприёма. Способы защиты от помех. Свойства и характеристики шумоподобных сигналов.	ПК-2
36) Пространственная, поляризационная, амплитудная и частотная селекция сигналов.	ПК-2
37) Блокирование сигнала, интермодуляция, вторичная модуляция.	ПК-2
38) Когерентное и некогерентное обнаружение и демодуляция.	ПК-2
39) Схема восстановления несущей. Тактовая синхронизация.	ПК-2
40) Приём дискретных и телеграфных сообщений.	ПК-2
41) Цифровая звуковая система. Цифровое радиовещание.	ПК-2
42) Использование ШПС и ПСП для повышения помехоустойчивости.	ПК-2
43) Приём с расширением спектра. Адаптивные методы приёма.	ПК-2
44) Устройства приёма с программной перестройкой рабочей частоты.	ПК-2
45) Синхронизация при приёме ШПС.	ПК-2

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задание 1. Объяснить значения основных технических характеристик радиоприёмных устройств.

Задание 2. Объяснить принципы телеграфной связи и составления кодированных сообщений.

Задание 3. Обосновать ограничения коэффициента усиления приёмника.

Задание 4. Привести примеры специальных радиоприёмных устройств в разных диапазонах от ВЧ до КВЧ.

Задание 5. Показать, как повысить помехоустойчивость при использовании передачи сообщений с помощью ПСП сигналов.

Задание 6. Нарисовать структурную схему радиоприёмного устройства с каналом подтверждения.

Задание 7. Провести расчёт количества каналов в метровом и дециметровом диапазонах ТВ вещания.

Задание 8. Пояснить, чем отличается информационное сообщение от сигнала, что такое физический носитель сигнала.

Задание 9. Показать, как связаны длительность, занимаемая полоса частот и база сигнала.

Задание 10. Объяснить, чем определяется ширина основной части модуляционного спектра для сигналов с амплитудной модуляцией, гармонической фазовой и частотной модуляцией, импульсной модуляции амплитуды, манипуляции фазы и частоты.

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

а) основная литература:

1. Харкевич А.А. Основы радиотехники. - М.: Связьиздат, 1962. - 559 с., М.: Связьиздат, 1963. - 560 с., М.: Физматлит, 2007. – 512 с (5 экз.), электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>
2. Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники – [учебно-методическое пособие]. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2005. – 168 с. (122 экз.)– [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465641&DB=1>

б) дополнительная литература:

3. Вознесенский И.В., Галев А.В., Дмитриев Д.Д., Петров В.А. Введение в специальность "Радиоэлектронные системы". – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 64 с. – [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>.
4. Кривошеев В.И. Синтез оптимальных приёмных устройств радиосигналов на фоне помех: [учебно-методическое пособие]. – Н.Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2006. – 75 с. (19 экз.)

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

5. Сайты электронно-библиотечных систем <http://znanium.com>, <https://e.lanbook.com>, <http://www.studentlibrary.ru>
6. Программа моделирования анализатора импедансных спектров EIS (freeware): www.abc.chemistry.bsu.by/vi/analyser/program/program.htm.
7. Электронно-образовательный ресурс <http://www.iprbookshop.ru>.
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru.
9. Курс в СЭО ННГУ Устройства приема и обработки сигналов, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=5459>

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, лабораторные установки «Частотный модем», «Супергетеродинный приёмник».

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): Бритенков А.К.

Заведующий кафедрой: Фитасов Е.С.

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