

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Радиотехника и электроника

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

09.03.02 - Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии в физических исследованиях

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Радиотехника и электроника 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-7: Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем;	ОПК-7.1: Знать основные платформы, технологии и инструментальные программно-аппаратные средства для реализации информационных систем ОПК-7.2: Уметь осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем, применять современные технологии реализации информационных систем ОПК-7.3: Иметь навыки владения технологиями и инструментальными программно-аппаратными средствами для реализации информационных систем	ОПК-7.1: Знать элементную базу и принципы работы радиоэлектронных приборов, устройство и принцип действия электронных элементов аналоговой и цифровой техники. ОПК-7.2: Уметь анализировать работу электрических цепей, определять режимы работы элементов электрических схем аппаратных средств. ОПК-7.3: Владеть навыками разработки и программирования систем на основе применения программируемых логических интегральных схем.	Отчет по лабораторным работам Индивидуальное устное собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-4: Способен применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов и функциональных устройств информационных систем;	ПК-4.1: Знать современные методы описания физических явлений и процессов. ПК-4.2: Уметь применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов и функциональных устройств информационных систем	ПК-4.1: Знать основные понятия теории электрических цепей, методы анализа и расчёта электрических цепей постоянного и переменного тока, принципы преобразования (радио)сигналов и построения устройств фильтрации, усиления и генерирования	Отчет по лабораторным работам Индивидуальное устное собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

	<p>систем.</p> <p>ПК-4.3: Иметь навыки использования приборов и функциональных устройств в информационных измерительных системах.</p>	<p>электрических сигналов.</p> <p>ПК-4.2: Уметь использовать теоретические знания и математический аппарат для решения теоретических и экспериментальных задач в профессиональной деятельности, в том числе при моделировании работы электронных устройств с помощью современных компьютерных технологий.</p> <p>ПК-4.3: Владеть навыками работы с аналоговыми и цифровыми измерительными устройствами общего и профессионального назначения.</p>		
--	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	4
самостоятельная работа	76
Промежуточная аттестация	72
	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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия	Занятия	Всего	

		лекционного типа	семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы		
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
1. Введение в дисциплину.	8	2	0	2	6
2. Электрические и радиотехнические цепи.	12	4	0	4	8
3. Методы исследования электрических сигналов, цепей и радиоэлектронных систем.	16	6	0	6	10
4. Основы теории активных и пассивных четырехполюсников.	10	4	0	4	6
5. Нелинейные элементы радиоэлектронных систем.	14	8	0	8	6
6. Обратная связь в радиотехнических цепях.	14	8	0	8	6
7. Радиоэлектронные системы.	30	16	0	16	14
8. Основы цифровой техники. Элементная база цифровых микросхем	36	16	0	16	20
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	216	64	0	68	76

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в дисциплину

Общие представления о функциях, выполняемых радиоэлектронными системами, при аналоговом и цифровом преобразовании информационных сигналов. Предмет и содержание курса.

2. Электрические и радиотехнические цепи

2.1. Элементы электрических и радиотехнических цепей и их модели.

Понятия тока, напряжения. Мощности и энергии.

Ветви, узлы и замкнутые контуры электрической цепи.

Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности и трансформаторы.

Независимые и зависимые источники напряжения и тока.

Уравнения связи между токами и напряжениями на элементах электрической цепи.

Законы Ома и правила Кирхгофа.

2.1. Методы расчета электрической цепи, формирование систем уравнений для анализа электрических цепей.

Метод токов ветвей. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов.

Метод эквивалентных преобразований. Метод эквивалентного генератора.

Теоремы Тевенена-Гельмгольца и Нортона.

Принцип и метод суперпозиции. Принцип и метод компенсации.

3. Методы исследования электрических сигналов, цепей и радиоэлектронных систем

3.1. Линейные, параметрические и нелинейные системы и процессы.

3.2. Общие представления о свободных и вынужденных колебаниях в системах. Общие представления о переходных процессах.

3.3. Интеграл Дюамеля и метод интегрального преобразования Фурье.

3.4. Символический метод анализа линейных радиотехнических цепей. Комплексные сопротивления, проводимости и коэффициенты передачи. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

3.5. Резонансные явления в электрических цепях.

3.6. Переходные процессы в радиотехнических системах.

Импульсные и переходные характеристики простейших цепей: RL, RC, последовательного и

параллельного колебательных контуров. Переходные процессы при воздействии сигналов произвольной формы.

4. Основы теории активных и пассивных четырехполюсников

4.1. Уравнения связи между входными и выходными токами и напряжениями.

Выбор зависимых и независимых переменных. Линеаризация уравнений связи для нелинейных четырехполюсников. Эквивалентные схемы замещения.

Теоретическое и экспериментальное определение параметров и функций четырехполюсников.

4.2. Входные и выходные сопротивления и проводимости четырехполюсников.

Коэффициенты передачи и передаточные функции.

Характеристические сопротивления (проводимости) и коэффициенты передачи. Условия согласования.

4.3. Регулярные соединения четырехполюсников.

4.4. Основы теории фильтров.

Фильтры нижних и верхних частот, полосно-пропускающие и полосно-заграждающие.

4.5. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики фильтров НЧ, ВЧ, ПП, ПЗ.

5. Нелинейные элементы радиоэлектронных систем

5.1. Нелинейные двухполюсные элементы электрических цепей.

Статические характеристики и параметры нелинейных элементов.

Динамические характеристики.

Линеаризованные эквивалентные схемы замещения.

Полупроводниковый диод и нелинейная полупроводниковая емкость.

5.2. Нелинейные трехполюсные и многополюсные элементы электрических цепей.

Биполярные и полевые транзисторы. Схемы включения. Режимы работы.

Статические характеристики и дифференциальные параметры транзисторов.

Динамические характеристики и параметры.

Малосигнальные формальные схемы замещения транзисторов и физические моделирующие эквивалентные схемы. Линейный и нелинейный режимы работы.

5.3. Нелинейные колебательные и автоколебательные системы.

Общие свойства и методы исследования нелинейных систем. Линеаризация нелинейных систем.

Понятие пассивности и активности линеаризованных систем.

5.4. Автогенераторы на основе активных четырехполюсников.

Условия самовозбуждения автогенератора в линейном приближении.

Стационарный режим автоколебаний. Баланс амплитуд и фаз.

Мягкий и жесткий режимы возбуждения.

6. Обратная связь в радиотехнических цепях

6.1. Положительная и отрицательная обратные связи.

6.2. Влияние отрицательной ОС на характеристики усилительных схем.

Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик транзисторных усилительных схем.

7. Радиоэлектронные системы. Преобразователи радиотехнических сигналов

7.1. Общие представления об основных функциях, выполняемых радиоэлектронными системами.

Усиление и генерация электрических и радиотехнических сигналов. Модуляция и детектирование.

Преобразование (смещение) частоты. Умножение частоты.

7.2. Усилители электрических сигналов.

Назначение, принцип действия, структурные схемы и классификация усилителей.

Входные и выходные сопротивления и проводимости. Коэффициенты усиления по напряжению, току и мощности, сопротивления и проводимости прямой передачи.

Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

Обратные связи в усилителях. Классификация обратных связей и влияние их на характеристики усилителей. Устойчивость усилителей с обратными связями.

7.3. Усилители низких частот.

Структурные, принципиальные и малосигнальные эквивалентные схемы УНЧ с резистивно-емкостными связями.

Усилители на биполярных транзисторах ОЭ, ОБ, ОК.

Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

Работа УНЧ на нижних, средних и верхних частотах.

Корректировка АЧХ и ФЧХ, импульсных и переходных характеристик.

7.4. Усилители постоянного тока.

Дифференциальные и операционные усилители. Усилители мощности.

7.5. Генераторы колебаний.

Общие принципы работы генераторов, структурные схемы и основные характеристики.

Генератор гармонических колебаний с колебательным контуром в цепи коллектора.

Дифференциальное уравнение автогенератора. Условие самовозбуждения. Стационарный режим. Баланс амплитуд и фаз.

Трехточечные схемы LC-автогенераторов.

RC-генераторы гармонических колебаний и релаксационные автогенераторы.

7.6. Преобразователи радиотехнических сигналов.

Модуляционные устройства.

Принципы модуляции. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции. Спектры модулированных сигналов. Методы получения модулированных сигналов.

Структурные и принципиальные схемы модуляционных устройств и их основные характеристики.

Детекторные устройства. Принципы детектирования модулированных сигналов.

Структурные схемы детекторов амплитудно-модулированных, частотно-модулированных и фазо-модулированных сигналов.

Основные характеристики детекторов. Принципиальные схемы диодных и транзисторных детекторов АМ-сигналов.

Преобразователи частоты. Умножители частоты.

7.7. Схемы фазовой автоподстройки частоты.

8. Основы цифровой техники. Элементная база цифровых микросхем

8.1. Основные определения логических элементов и логических функций.

8.2. Уровни представления (модели) цифровых устройств.

8.3. Логические элементы на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), 8.4. эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ), интегрально-инжекционной логики (И2Л).

8.5. Логические элементы на однотипных и комплементарных МДП-транзисторах.

8.6. Цифровая электроника. Комбинационные и последовательностные устройства.

8.7. Запоминающие устройства, их назначение и классификация. Структура микросхем ОЗУ и ПЗУ.

8.8. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

8.9. Примеры реализации распространенных цифровых устройств.

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. Морозов О.А. Исследование характеристик простых (RC– и RLC–) частотно-избирательных цепей. Практикум. - Издательство: ННГУ. 2020. 32 с.

2. Морозов О.А. Транзисторные усилители низкой частоты: Практикум. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет., 2010. 31 с.

3. Сорохтин Е.М. Реализация цифровых управляющих систем на основе программируемых

логических интегральных схем. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2007. 44 с.

4. Морозов О.А. Основы цифровой электроники и программируемая логика. - Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2014. 127 с.

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 - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:

Собеседование по темам лекционного материала.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

Собеседование по темам лекционного материала.

Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Получены удовлетворительные ответы на вопросы устного собеседования.
не зачтено	Получены неудовлетворительные ответы на более 50% вопросов устного собеседования.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор 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	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несуществе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	ответа			ошибок	нных ошибок		
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных 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-7

- Аналоговые и цифровые сигналы. Импульсные сигналы и их параметры.
- Уровни представления (модели) цифровых устройств.
- Цифровые интегральные микросхемы. Основные серии цифровых ИС. Входные и выходные каскады цифровых ИС. Выход с открытым коллектором и Z-состоянием.
- Схемотехника простейших логических элементов И, НЕ, И-НЕ, ИЛИ ТТЛ и КМОП.
- Основы теории алгебры логики. Аксиомы и законы алгебры логики.
- Основные логические элементы, их условные обозначения, таблицы истинности и динамические параметры.
- Цифровая электроника. Общее представление о комбинационных и последовательностных устройствах. Явление состязаний или гонок.
- Комбинационные устройства. Сумматоры, шифраторы и дешифраторы. Внутренняя структура и принцип работы.
- Комбинационные устройства. Цифровые компараторы, мультиплексоры и преобразователи кодов. Внутренняя структура и принцип работы.
- Последовательностные устройства. Общее представление о триггерах, их классификация, основные параметры, назначение и способы описания работы. Синхронные и асинхронные устройства.
- Триггеры RS-, D-, T-, JK-типа. Внутренняя структура и принцип работы.
- Последовательностные устройства. Регистры данных и регистры сдвига. Синхронные и асинхронные счетчики импульсов и делители частоты.
- Запоминающие устройства, их назначение и классификация. Структура ОЗУ и ПЗУ.
- Специальные структуры организации доступа к памяти. Схемы стека (LIFO) и очереди (FIFO).
- Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Программируемая логическая матрица (ПЛИМ).
- Примеры реализации распространенных цифровых устройств. Формирователи коротких импульсов, схемы выделения фронтов, начальной установки, схемы защиты от дребезга контактов и синхронизаторов импульсных последовательностей.
- Генераторы импульсов и ждущие мультивибраторы. Схемы генераторов импульсных последовательностей на сдвиговых регистрах.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Понятие электрической (радиотехнической) схемы: ветви, узлы, замкнутые контуры электрической цепи. Элементы электрической цепи и их модельные представления.
2. Уравнения связи между токами и напряжениями на резисторах, емкостях, индуктивностях, трансформаторах.
3. Генераторы напряжения и тока. Уравнения нагрузки генераторов напряжения и тока. Схемы замещения реальных источников напряжения и тока. Независимые и зависимые генераторы напряжения и тока.
4. Нелинейные радиотехнические элементы, их характеристики и свойства. Нелинейные резистивные двухполюсники и четырехполюсники, особенности их вольт-амперных характеристик. Понятия статического и дифференциального сопротивлений.

5. Нелинейные индуктивные и емкостные элементы радиотехнических цепей. Понятия статических и дифференциальных индуктивности и емкости. Особенности вебер-амперной и вольт-кулонной характеристик.
6. Общие представления о методах описания состояния (расчета) электрической цепи. Метод контурных токов. Пример определения состояния электрической цепи.
7. Общие представления о методах описания состояния (расчета) электрической цепи. Метод узловых потенциалов. Пример составления уравнений по методу узловых потенциалов.
8. Анализ цепей с индуктивно связанными элементами. Понятие взаимной индукции. Пример расчета электрической цепи, содержащей индуктивно связанные элементы. Трансформатор.
9. Методы расчета, основанные на свойствах линейных цепей. Принцип и метод взаимности и принцип компенсации. Пример применения для расчета электрической схемы.
10. Метод эквивалентных преобразований в теории электрических цепей. Теоремы Гельмгольца-Тевенена и Нортона. Пример применения для расчета электрической схемы.
11. Метод эквивалентных преобразований в теории электрических цепей. Преобразование треугольника сопротивлений в звезду сопротивлений.
12. Переходные и импульсные характеристики последовательно соединенных R и C-элементов.
13. Общие представления об RC-фильтрах. Импульсные и переходные характеристики RC-цепи. АЧХ и ФЧХ RC-фильтров НЧ и ВЧ.
14. Общие частотные свойства двухполюсников. Резонансные свойства, АЧХ и ФЧХ последовательных и параллельных колебательных контуров.
15. Пассивные четырехполюсники. Основные уравнения четырехполюсника. Системы дифференциальных параметров четырехполюсников.
16. Пассивные четырехполюсники. Трехэлементные эквивалентные T- и П-образные схемы замещения. Связь коэффициентов четырехполюсников с параметрами схем замещения.
17. Симметричный четырехполюсник. Характеристическое сопротивление и коэффициент распространения. Методика описания четырехполюсников через гиперболические функции. Регулярное соединение четырехполюсников.
18. Интеграл Дюамеля, связь с интегральным преобразованием Фурье. Представление о спектральной плотности. Понятия АЧХ и ФЧХ. Основные свойства преобразования Фурье.
19. Биполярный и полевой транзисторы, их структура и классификация. Вольт-амперные характеристики. Эквивалентные схемы.
20. Ключевой режим работы биполярного транзистора. Выбор параметров элементов электрической схемы при реализации транзисторного ключа.
21. Усиление электрических сигналов. Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Выбор рабочей точки.
22. Отрицательная обратная связь в радиотехнических цепях. Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик усилительных схем на транзисторах.
23. Эмиттерный повторитель. Применение в усилителях сигналов и стабилизированных источниках питания.
24. Усилитель низкой частоты. Классические схемы реализации каскадов предварительного усиления и усиления мощности. Амплитудно-частотная характеристика УНЧ.
25. Общие представления о генерировании электрических колебаний. Положительная обратная связь, условия баланса амплитуд и фаз.
26. Генератор гармонических колебаний с индуктивной (трансформаторной) связью. Условия возникновения колебаний.
27. Генератор гармонических колебаний с индуктивной (трансформаторной) связью. Определение стационарной амплитуды и частоты колебаний, анализ мягкого и жесткого режимов возбуждения.
28. Трехточечные схемы LC-генераторов. Схемы с «емкостной и индуктивной трехточкой». Примеры практической реализации.

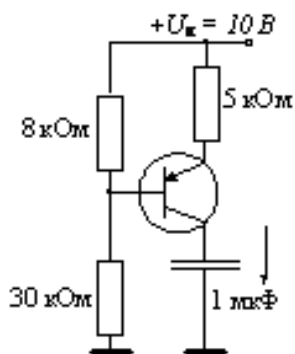
29. RC-генераторы электрических колебаний с фазовращателем и с мостом Вина. Определение частоты генерируемых колебаний. Способы улучшения формы колебаний.
30. Релаксационные генераторы на транзисторах. Принцип работы мультивибратора. Определение периода и скважности колебаний.
31. Релаксационные генераторы на транзисторах. Блокинг-генератор. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения.
32. Радиотехнические системы передачи информации. Временное и частотное уплотнение.
33. Амплитудная модуляция–демодуляция сигналов. Преобразование спектра при модуляции, энергетические соотношения. Обычное и синхронное детектирование.
34. Примеры схемотехнической реализации АМ– модуляторов и демодуляторов. АМ–детектор, линейный и квадратичный режим работы.
35. Угловая модуляция. Фазовая и частотная модуляции, их особенности, основные параметры – индекс модуляции и девиация частоты. Спектры сигналов с угловой модуляцией. Зависимость ширины спектральной полосы от параметров модуляции.
36. Демодуляция ЧМ–сигналов. Балансный и дробный частотные детекторы.
37. Квадратурная модуляция. Фазовая манипуляция, сигналы с ФМ-2 и ФМ-4 фазовой модуляцией. Принципы реализации ФМ модуляторов и демодуляторов.
38. Схемы фазовой автоподстройки частоты, порядок ФАПЧ, принцип работы. Применение схемы Костаса для демодуляции ФМ–сигналов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

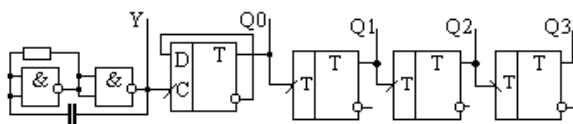
Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление.
отлично	Студент отвечает полностью на вопросы билета, при ответе на дополнительные вопросы (задания) допускаются незначительные неточности.
очень хорошо	Студент показывает хороший уровень знания вопросов с небольшими неточностями.
хорошо	Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя.
удовлетворительно	Студент показывает удовлетворительный уровень знания вопросов билета, отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя, допускает неточности..
неудовлетворительно	Студент показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.
плохо	Не ставится.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Определите время заряда конденсатора от 0 В до половины напряжения питания.



2. Для выводов Y, Q0 – Q3 схемы, показанной на рисунке, привести временные диаграммы работы.



Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент полностью выполнил практическое задание (задачу) без помощи преподавателя, отвечает дополнительные вопросы по заданию, проявляя инициативу и творческое мышление.
отлично	Студент полностью выполнил практическое задание (задачу), без помощи преподавателя, допускаются незначительные неточности.
очень хорошо	Студент самостоятельно решает задачу. Имеются отдельные замечания по представлению и интерпретации полученных результатов при решении задачи.
хорошо	Студент решает задачу с небольшими подсказками, имеются замечания по представлению и интерпретации полученных результатов.
удовлетворительно	Студент решает задачу с наводящими вопросами преподавателя, имеются замечания по представлению и интерпретации полученных результатов.
неудовлетворительно	Студент не решает задачу, не владеет базовыми понятиями при решении задач. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.
плохо	Не ставится.

Оценка	Критерии оценивания

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

Основная литература:

1. 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.
2. Морозов Олег Александрович. Основы цифровой электроники и программируемая логика : учеб. пособие : для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки "Физика", "Электроника и наноэлектроника", "Нанотехнологии и микросистемная техника", "Информ. системы и технологии" / ННГУ. - Н. Новгород : [б. и.], 2014 (Тип. ННГУ). - 127 с. : ил. - 90.00., 60 экз.
3. Прянишников Виктор Алексеевич. Электроника : курс лекций. - СПб. : Корона-принт, 1998. - 400 с. - 53.20., 1 экз.
4. Расторгуев А. Н. Основы цифровой электроники : учебное пособие для студентов угс 080000, 140000, 150000, 190000, 200000, 220000, 230000, 240000, 250000, 280000 / Расторгуев А. Н. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. - 52 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СПбГЛТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-9239-0576-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=713094&idb=0>.
5. Крылов Владимир Владимирович. Основы теории цепей для системотехников : [учеб. пособие для втузов]. - М. : Высшая школа, 1990. - 223, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001610-2 : 0.45., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Бессонов Лев Алексеевич. Линейные электрические цепи : Новые разделы курса теоретических основ электроники : учеб. пособие для студентов электротехн. и радиотехн. специальностей вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1983. - 336 с. : ил. - 1.00., 2 экз.
2. Бессонов Лев Алексеевич. Нелинейные электрические цепи : [учеб. пособие для вузов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1977. - 343 с. : ил. - 0.82., 2 экз.
3. Манаев Евгений Иванович. Основы радиоэлектроники. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1990. - 512 с. : ил. - 21-00., 4 экз.
4. Хоровиц Пауль. Искусство схемотехники : в 2 т. Т. 2 : С дополнением / пер. с англ. под ред. М. В. Гальперина. - М. : Мир, 1983. - 590 с. : ил. - 3.20., 2 экз.

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

Microsoft Visual Studio,
MicroCap.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной

программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Лабораторный практикум проводится в специализированной аудитории (№520), оснащенной измерительным оборудованием (осциллографами, генераторами сигналов), средствами вычислительной техники, источниками питания и макетами лабораторных устройств.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.02 - Информационные системы и технологии.

Автор(ы): Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Фидельман Владимир Романович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.05.2023, протокол № б/н.