

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«АНАЛОГОВАЯ И ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА»

| | |
|---|------------------------------|
| Укрупненная группа направлений подготовки | 03.00.00 Физика и астрономия |
| Программа высшего образования | Программа бакалавриат |
| Направление подготовки | 03.03.03 Радиофизика |
| Профиль подготовки | Радиофизика |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | очная |

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Аналоговая и цифровая схемотехника» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.


Разработчик:

Ст. преподаватель
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 В. В. Долбещенков

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

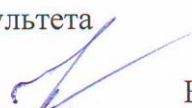
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

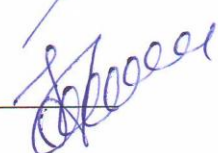
И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной дисциплины: Математический анализ, Электричество и магнетизм, Колебания и волны, оптика, Радиотехнические цепи и сигналы, Радиоэлектроника.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Функциональная электроника, Производственная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|--|
| Название образовательной программы | 03.03.03. Радиофизика (Профиль: Радиофизика) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ДВ.3.2 Аналоговая и цифровая схемотехника |
| Часть образовательной программы | Вариативная часть: выбор обучающегося |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 3,5 / 126 |

2.2. Распределение часов по периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего | |
| Очная | 4 | 7 | 34 | 34 | 0 | 58 | 126 | экзамен |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение основ схемотехники, функционирования и принципов построения аналоговых и цифровых устройств, характеристик и параметров типовых электронных схем, способы построения типовых функциональных узлов с использованием интегральных микросхем.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

| Компетенции | Индикаторы | Результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-2. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, в том числе СВЧ и оптического диапазона, антенно- | ПК-2.1. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, необходимыми при проведении научно-исследовательских | ПК-2.1.1. Знает сущность физических процессов, протекающих в электронных схемах, принцип действия типовых электронных узлов. принципах и способах построения, характеристиках и параметрах типовых электронных схем. ПК-2.1.2. Умеет проводить анализ работы электронных схем. |

| | | |
|--|--|---|
| фидерных систем, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки. | работ и экспериментов по профилю подготовки. | ПК-2.1.3. Имеет представление о принципах и способах построения, характеристиках и параметрах типовых электронных схем. |
|--|--|---|

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|--|---|
| Раздел 1. Схемотехника цифровых и аналоговых устройств | |
| Основы алгебры логики | Логические переменные. Аксиомы и операции алгебры логики. Основные теоремы и тождества, используемые для упрощения логических выражений. Принцип двойственности. Теорема Де Моргана. Способы представления функций: словесное описание, таблица истинности, алгебраическое выражение (структурная формула). Логические базисы, реализующие функционально полную систему. Логические функции. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Минимизация логических функций. Основные методы минимизации. Алгебраический метод. Метод карт Карно-Вейча. |
| Логические элементы | Простейшая реализация И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Базовые схемы логических элементов типа ТТЛ, ТТЛШ, И ² Л, ЭСЛ, КМОП. Параметры логических элементов. Реализация логических функций неравнозначности (сумма по модулю два), равнозначности, запрета. Интегральные схемы логических элементов. |
| Комбинационные функциональные узлы | Задачи синтеза комбинационного устройства. Использование карт Карно при синтезе комбинационных схем. Комбинационные функциональные узлы цифровых устройств. Дешифраторы и шифраторы. Коммутаторы, мультиплексоры демультиплексоры. Цифровой компаратор. Полусумматоры и сумматоры. Интегральные схемы функциональных узлов. Формирователи импульсов на логических элементах. Мультивибраторы на логических элементах. Триггер Шмита. |

| | |
|---|--|
| Триггеры | <p>Модели асинхронных и синхронных последовательностных функциональных узлов. Синтез асинхронных потенциальных триггеров. Функции возбуждения. Функция возбуждения синхронных триггеров и общая методика их синтеза. Параметры синхронных триггеров.</p> <p>Триггеры на логических элементах. Асинхронные потенциальные триггеры RS-типа. Триггеры типа JK и D. Т-триггер. Синхронные триггеры. Синхронные триггеры типа RSC, JK и D. Счетный режим в триггерах типа JK и D.</p> |
| Регистры | <p>Сдвигающие регистры. Классификация сдвигающих регистров. Простые сдвигающие регистры.</p> <p>Сдвигающие регистры с синхронной записью. Реверсивные сдвигающие регистры с синхронной параллельной записью.</p> |
| Счетчики | <p>Счетчики. Суммирующие и вычитающие счетчики. Реверсивные счетчики. Двоичные и двоично-десятичные счетчики. Каскадирование счетчиков. Счетчики с произвольным модулем счета.</p> <p>Интегральные таймеры. Интегральные схемы последовательностных функциональных узлов.</p> |
| АЦП и ЦАП | <p>Основные параметры и характеристики АЦП. АЦП с непосредственным преобразованием. АЦП с косвенным преобразованием.</p> <p>Основные параметры и характеристики ЦАП. Построение ЦАП прямого преобразования. ЦАП с косвенным преобразованием.</p> <p>Области применения АЦП и ЦАП.</p> |
| Операционные усилители (ОУ) | <p>Параметры и характеристики идеального ОУ. Типы ОУ. Основные виды включения ОУ: инвертирующее, неинвертирующее, дифференциальное. Повторители на ОУ.</p> <p>Частотные характеристики ОУ. Применение ОУ для выполнения математических операций над аналоговыми сигналами: алгебраическое сложение, умножение, деление, интегрирование, дифференцирование, логарифмирование и т. д. Интегральные микросхемы ОУ.</p> |
| Активные фильтры на ОУ | <p>Назначение и типы активных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрам.</p> <p>Активные фильтры, построенные на основе ОУ. Основные характеристики и параметры.</p> |
| Схемы линейного преобразования сигналов | <p>Источники напряжения, управляемые током. Источники тока, управляемые напряжением. Инверторы сопротивления. Гираторы</p> |

| | |
|---------------------------|--|
| Генераторы сигналов на ОУ | Генераторы гармонических колебаний на ОУ. Релаксационные генераторы на ОУ. Мультивибраторы на микросхемах ОУ. Пилообразный импульс и его параметры. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ЛИН) на ОУ. |
| Измерительные схемы на ОУ | Измерители амплитуды (пиковые детекторы). Фотоэлектрические измерения. Мостовые измерительные схемы. Измерение температуры. Измерение действующего значения. |

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|--|------------------|-----------|----------|-----------|------------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС | Всего |
| Раздел 1. Схемотехника цифровых и аналоговых устройств | 34 | 34 | 0 | 58 | 126 |
| Основы алгебры логики | 2 | 2 | | 6 | 10 |
| Логические элементы | 4 | 4 | | 6 | 14 |
| Комбинационные функциональные узлы | 4 | 12 | | 10 | 26 |
| Триггеры | 4 | 4 | | 6 | 14 |
| Регистры | 4 | 4 | | 6 | 14 |
| Счетчики | 2 | 8 | | 10 | 20 |
| АЦП и ЦАП | 4 | | | 4 | 8 |
| Операционные усилители (ОУ) | 2 | | | 2 | 4 |
| Активные фильтры на ОУ | 2 | | | 2 | 4 |
| Схемы линейного преобразования сигналов | 2 | | | 2 | 4 |
| Генераторы сигналов на ОУ | 2 | | | 2 | 4 |
| Измерительные схемы на ОУ | 2 | | | 2 | 4 |
| ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП | 34 | 34 | 0 | 58 | 126 |

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Что означает обозначения выходов цифровых микросхем «2С», «3С», «ОК». Их особенности, назначение.
2. Дешифраторы.
3. Схема реализации дешифратора 3-8, на дешифраторах 2-4.
4. Мультиплексоры.
5. Компараторы кодов.
6. Сумматоры.
7. Доказать, что сумматор можно использовать как вычитатель.
8. Каскадирование сумматоров для увеличения разрядности.
9. Преобразователи кодов.
10. Простейшая триггерная ячейка. Принцип работы.
11. Разновидности триггеров. Классификация.

12. Способы описания работы триггеров.
13. Включение триггера в счетном режиме. Схема, принцип работы.
14. D -триггер. Принцип работы, особенности.
15. JK-триггер. Принцип работы, особенности.
16. Использование триггера для устранения дребезга контактов. Схема, принцип работы.
17. Сдвиговые регистры.
18. Использование регистров для последовательной передачи информации.
19. Регистры. Назначение, разновидности, характеристики.
20. Способы увеличения разрядности регистров.
21. Различие регистров, срабатывающих по фронту и регистров, срабатывающих по уровню.
22. Сравнительная характеристика различных видов счетчиков.
23. Делители частоты на асинхронных счетчиках.
24. Синхронные счетчики с асинхронным переносом.
25. Синхронные счетчики.
26. Асинхронные счетчики.
27. Принцип работы ЦАП.
28. Простейший 4-разрядный ЦАП.
29. Генерация сигналов с применением ЦАП.
30. Принцип работы АЦП.
31. АЦП последовательного типа.
32. АЦП параллельного типа.
33. АЦП с промежуточным преобразованием.
34. Идеальный операционный усилитель.
35. Основные схемы включения операционного усилителя.
36. Дифференциальное включение операционного усилителя.
37. Инвертирующее включение операционного усилителя.
38. Неинвертирующее включение операционного усилителя.
39. Параметры операционных усилителей.
40. Типы операционных усилителей.
41. Схемы масштабирования и суммирования на операционных усилителях.
42. Схемы интегрирования и дифференцирования на операционных усилителях.
43. Инверторы сопротивления, гираторы на операционных усилителях.
44. Активные электрические фильтры на операционных усилителях.
45. Логарифмирующие и экспоненциальные преобразователи на ОУ.
46. Генераторы сигналов на операционных усилителях.

7.2. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Донецкий государственный университет
Физико-технического факультета

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего образования Программа бакалавриата

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Профиль подготовки Радиофизика

Форма обучения Очная

Семестр Седьмой

Дисциплина Аналоговая и цифровая
схемотехника

Экзаменационный билет № 1

1. Каскадирование сумматоров для увеличения разрядности.
2. Простейший 4-разрядный ЦАП.
3. Схемы интегрирования и дифференцирования на операционных усилителях.

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий, протокол № 14 от 21.02.2024 г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

В.В. Долбещенков

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 6

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|-----------------------|---|--------------------------------|
| 1 | Организационно-учебная работа в аудитории | 5 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Лабораторные работы | 35 |
| ИТОГО | | 50 |
| Экзамен | | 50 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

Соответствие баллов оценке

| Количество баллов из 100 | ECTS | Оценка по пятибалльной шкале | |
|--------------------------|------|-----------------------------------|------------|
| | | Экзамен, дифференцированный зачет | Зачет |
| 90-100 | A | отлично | зачтено |
| 80-89 | B | хорошо | зачтено |
| 75-79 | C | | зачтено |
| 70-74 | D | удовлетворительно | зачтено |
| 60-69 | E | | зачтено |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно | не зачтено |
| 0-34 | F | | не зачтено |

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с

использованием Wi-Fi. Для проведения лабораторных занятий требуется учебная лаборатория, укомплектованная необходимым оборудованием.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При использовании дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Новиков, Ю. В. Введение в цифровую схемотехнику : учеб. пособие / Ю. В. Новиков. - М.: Интернет-Ун-т информ. технологий: Бином. Лаб. знаний, 2007. - 343 с.
2. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. — 528 с.
3. Лабораторные работы по основам цифровой схемотехники [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет"; составитель В. В. Долбещенков. - Донецк: ДонНУ, 2019. - Электронные текстовые данные (1 файл).

10.2. Дополнительная литература

4. Лехин, С. Н. Схемотехника ЭВМ: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / С. Н. Лехин. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. - 661 с.
5. Першин, В. Т. Основы современной радиоэлектроники: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Т. Першин. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. - 541 с.
6. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов / И.П. Степаненко; Техн. ун-т. - 2-е изд. - М.: Лаб. Баз. Знаний; СПб.: Невский диалект, 2001. - 488 с.
7. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника : Учеб. для студентов вузов / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. - М.: Высш. шк., 2002. - 384 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
3. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).