Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 15:37:19
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета урбанистики и городского хозяйства

_____ Л.А. Марюшин

«_22_» _04_ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

«Программируемые логические интегральные схемы»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки
«Электрооборудование и промышленная электроника»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1.Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Программируемые логические интегральные схемы» является изучение элементной базы, характеристик и свойств аналоговых и цифровых микросхем; основных функциональных узлов, построенные на этих микросхемах, свойств и областей применения этих функциональных узлов с учетом тенденций развития электронного оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ООП (бакалавриата)

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений базового цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина «Программируемые логические интегральные схемы» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Математика», «Теоретическая основы электротехники», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Электроника», «Микропроцессорные системы».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	**знать:** • методики и способы оперативного изменения схем, режимов работы энергообъектов **уметь:** • разрабатывать методики и способы

		оперативного изменения схем, режимов работы энергообъектов **владеть:** • методами и приемами работы с компьютером как средством управления информацией; • методами проектирования, испытаний и диагностики

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8** зачетных единиц, т.е. 288 академических часов (из них 162 — самостоятельная работа студентов). Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работ приведена в приложении 1.

Пятый семестр: лекции — 18 часов, практические занятия – 36 часов, лабораторные занятия – 18 часов, форма контроля — зачет.

Шестой семестр: лекции — 18 часов, практические занятия – 36 часов, лабораторные занятия – 18 часов форма контроля — экзамен.

4.1 Содержание разделов дисциплины

Пятый семестр

1) **Программируемые логические интегральные схемы как основа синтеза электронных схем**. Факторы, влияющие на работу автомобильной микроэлектроники, критерии выбора электронных компонентов для автомобильных электронных схем. Основы микроэлектроники. Основные понятия схемотехники.

2) **Операционные усилители.** Структурная схема операционного усилителя. Основные параметры операционного усилителя. Частотные свойства операционного усилителя.

3) **Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усилителях**. Повторитель напряжения. Неинвертирующий усилитель. Инвертирующий усилитель. Усилитель с дифференциальным входом. Инвертирующий сумматор. Схема сложения-вычитания. Неинвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференциатор. Логарифмический и антилогарифмический (экспоненциальный) усилители. Нелинейные преобразователи. Усилитель с возрастающим коэффициентом передачи. Усилитель с убывающим коэффициентом передачи. Ограничители уровня. Источники тока. Источники напряжения. Активные фильтры.

4) **Устройства сравнения аналоговых сигналов**. Работа операционного усилителя при больших амплитудах входного сигнала. Однопороговое устройство сравнения. Регенеративная схема сравнения. Интегральные компараторы.

5) **Генераторы сигналов**. Основы теории генераторов. Баланс амплитуд и фаз. Автогенераторы и принципы обеспечения баланса фаз в транзисторных автогенераторах гармонических колебаний. Генераторы на операционном усилителе. Релаксационные генераторы.

6) **Импульсные усилители мощности**. Основные требования к импульсным усилителям мощности. Статические потери в транзисторном ключе. Динамические потери в транзисторном ключе. Режимы импульсного регулирования" мощности. Схемы транзисторных импульсных усилителей мощности.

7) Программируемые логические интегральные схемы вторичных источников питания. Цепи питания электронных схем и микросхем. Схемы выпрямления и фильтрации напряжения. Параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения и тока. Импульсные стабилизаторы напряжения и тока. Импульсные стабилизаторы с понижением и повышением напряжения. Изменение полярности выходного напряжения. Преобразователи напряжения. Принципы схем коммутации и управления. Однотактные и двухтактные преобразователи.

Шестой семестр

8) **Математическое описание цифровых устройств**. Системы счисления. Логические константы и переменные. Операции булевой алгебры. Способы записи функций алгебры логики. Логические элементы и схемы. Принцип двойственности. Теоремы булевой алгебры. Классификация логических устройств.

9) **Минимизация логических устройств**. Цели минимизации логических устройств. Общие принципы минимизации. Минимизация ФАЛ с использованием карт Вейча. Минимизация ФАЛ на ЭВМ методом Квайна и Мак-Класки.

10) **Комбинационные логические устройства**. Синтез логических устройств в заданном базисе ЛЭ. Особенности построения логических устройств на реальной элементной базе. Типовые функциональные узлы комбинационных логических устройств: мультиплексор, демультиплексор, мультиплексорное дерево, шифратор, дешифратор, цифровой компаратор.

11) **Последовательностные логические устройства**. Назначение и классификация триггерных устройств. Одноступенчатые триггеры. Двухступенчатые триггеры. Триггеры с динамическим управлением. Обобщенная структурная схема и описание цифровых автоматов. Синтез логической схемы

цифрового автомата. Функциональные узлы последовательностных логических устройств: параллельный и сдвиговый регистры, счетчики.

12) **Арифметико-логические устройства**. Назначение и основные параметры. Сумматоры. Алгоритм двоичного сложения. Полусумматор. Одноразрядный сумматор. Многоразрядные сумматоры параллельного и последовательного действия. Алгоритм вычитания двоичных чисел. Выполнение операций арифметического умножения.

13) **Генераторы формирователей импульсов** на логических элементах и таймеры. Автогенераторы на БЛЭ. Одновибраторы на элементах ТТЛ. Интегральные таймеры.

14) **Принципы схемотехники аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей**. Назначение основные свойства и классификация. Основные характеристики. ЦАП с суммированием токов. АЦП последовательного счета. АЦП поразрядного кодирования. АЦП параллельного преобразования. АЦП с двойным интегрированием. Области применения АЦП различных типов.

Лабораторный практикум

Пятый семестр

Лабораторная работа № 1 «Исследование операционного усилителя».
Лабораторная работа № 2 «Устройства на операционных усилителях».
Лабораторная работа № 3 «Генераторы электрических колебаний».
Лабораторная работа №4 «Выпрямитель с LC-фильтром».
Лабораторная работа №5 «Компенсационные стабилизаторы напряжения».
Лабораторная работа №6 «Импульсные стабилизаторы напряжения».

Шестой семестр

Лабораторная работа №7 «Определение размера логических уровней ТТЛ микросхем».
Лабораторная работа №8 «Синтез и преобразование логических функций и схем».
Лабораторная работа №9 «Исследование мультиплексоров».
Лабораторная работа №10 «Исследование дешифраторов и демультиплексоров».
Лабораторная работа №11 «Исследование триггеров».
Лабораторная работа №12 «Исследование реверсивного счетчика».
Лабораторная работа №13 «Исследование импульсных устройств, синтезированных на основе логических элементов».

Лабораторная работа №14 «Исследование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей».

5. Образовательные технологии

Методика преподавания и реализация компетентностного подхода в процессе обучения предполагает использование в процессе обучения:
– традиционных образовательных технологий (лекции, лабораторные работы репродуктивного типа, бланковое тестирование);
– инновационных образовательных технологий (лекций с применением мультимедийных технологий, тестовых интерактивных заданий) с помощью стационарно установленной мультимедийной системы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных тестирований. Оценочные средства текущего контроля успеваемости выполнены в виде интерактивных презентаций в конце каждой лекции. Промежуточные тестирования проводятся по завершению каждого раздела дисциплины и реализуются в виде контрольных заданий и расчетно-графических работ.

В процессе обучения студенты должны выполнить одну курсовую работу. Тема курсовой работы — «Импульсный стабилизатор напряжения». Содержание работы – привести классификацию импульсных стабилизаторов и выбрать схему стабилизатора; произвести подбор и расчет элементов схемы; произвести компоновку элементов и разводку тоководов на плате.

Темы контрольных заданий, расчетно-графических работ, вопросы к зачету и экзамену, исходные данные к курсовой работе приведены в Приложениях 2,3,4,5.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

ПК-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	**Знать** • конструкции, основы внутренней структуры, основные параметры и характеристики датчиков, информационно-измерительных и диагностических систем; **Уметь** • производить выбор информационно-измерительных устройств исходя из поставленных целей и задач. **Владеть** • терминологией в области информационно-измерительных и диагностических систем.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	**Знать** • конструкции, основы внутренней структуры, основные параметры и характеристики датчиков, информационно-измерительных и диагностических систем; **Уметь** • производить выбор информационно-измерительных устройств исходя из поставленных целей и задач. **Владеть** • терминологией в области информационно-измерительных и диагностических систем.

ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: разрабатывать методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандарт-	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать методы использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области. Обучающийся свободно оперирует приобре-

			ные ситуации.	тенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: методами использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области	Обучающийся владеет методами использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами использования информационных технологий, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:
Форма промежуточной аттестации: зачет.
Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности,

	затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (выполнили лабораторные работы)

Шкала оценивания	***Описание***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом допус-*

	каются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Опадчий Ю. Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. (Полный курс): Учебник для ВУЗов. - М: «Горячая линия», 2008. - 768 с.
2. Волович Г.И. Программируемые логические интегральные схемы аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2005. – 528 с.
3. Прянишников В. А. Электроника: Курс лекций. СПб.: КОРОНА принт,
4. 2008.- 416 с.
5.

б) дополнительная литература:

1. Компьютерное моделирование электронных устройств систем управления (Часть I и 2). / Ермаков В., Коротков В.И., Мельников А.А., Мельников А.А. (мл.), Нигматуллин Ш.М., Филатов Б.С. – М.: МАМИ, 2006. - 200 с.
2. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. М.: Солон, 2004. – 506 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. ELECTRONICS WORKBENCH – программа для компьютерного моделирования электронных устройств;
2. www.unfineon.ru
3. www.freescale.ru

г) электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Программирование и проектирование промышленных микроконтроллерных систем	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3105

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» (Н-306), оснащенной лабораторным оборудованием, стендами, компьютерами с доступом на кафедральный сервер и в интернет.

Лекции читаются в специализированной аудитории (Н-303), оснащенной мультимедийным проектором, экраном, ноутбуком.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 28.02.2018 г.)

Программу составил:

Старший преподаватель Варламов Д.О.

Программа утверждена на заседании кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» «20» апреля» 2022 г., протокол №10

Заведующий кафедрой А.Н. Шишков

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Программируемые логические интегральные схемы» по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Раздел	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	Э	З
Программируемые логические интегральные схемы как основа синтеза электронных схем. Основы микроэлектроники. Основные понятия схемотехники. Операционные усилители. Структурная схема операционного усилителя. Основные параметры операционного усилителя. Частотные свойства операционного усилителя.	5		1	2	1	4								
Преобразователи аналоговых сигналов на операционных усили-	5		1	2	1	4						+		

телях. Неинвертирующий и инвертирующий 6масштабные усилител6и.														
Усилитель с дифференциальным входом. Инвертирующий сумматор.	5		1	2	1	4								
Схема сложения-вычитания. Неинвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференциатор.	5		1	2	1	4								
Логарифмический и антилогарифмический (экспоненциальный) усилители.	5		1	2	1	4								
Усилитель с возрастающим коэффициентом передачи. Усилитель с убывающим коэффициентом передачи. Ограничители уровня.	5		1	2	1	4								

Источники тока и напряжения на ОУ.	5		1	2	1	4								
Активные фильтры.	5		1	2	1	4						+		
Устройства сравнения аналоговых сигналов. Работа операционного усилителя при больших амплитудах входного сигнала.	5		2	2	1	4								
Однопороговое устройство сравнения. Регенеративная схема сравнения. Интегральные компараторы.	5		2	2	1	4								
Генераторы сигналов. Основы теории генераторов. Транзисторные автогенераторы гармонических колебаний.	5		2	2	1	4								

Генераторы на операционном усилителе. Релаксационные генераторы.	5		2	2	1	4								
Импульсные усилители мощности. Основные требования к импульсным усилителям мощности. Статические потери в транзисторном ключе. Динамические потери в транзисторном ключе.	5		2	2	1	4								
Режимы импульсного регулирования" мощности. Схемы транзисторных импульсных усилителей мощности.	5		2	2	1	4								
Вторичные источники питания. Цепи питания электронных схем и микросхем. Схемы выпрямления и фильтрации напряжения.	5		2	2	1	4								

Параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения и тока	5		2	2	1	4								
Импульсные стабилизаторы с понижением и повышением напряжения. Изменение полярности выходного напряжения.	5		2	2	1	4						+		
Преобразователи напряжения. Принципы схем коммутации и управления. Однотактные и двухтактные преобразователи.	5		2	2	1	4								
Итого за 5 семестр			18	36	18	72						3	+	
Математическое описание цифровых устройств. Системы счисления. Логические константы и переменные. Операции булевой алгебры. Способы записи функций алгебры логики.	6		1		1	4								

Логические элементы и схемы. Принцип двойственности. Теоремы булевой алгебры. Классификация логических устройств.	6		1	2	1	4								
Минимизация логических устройств. Цели минимизации логических устройств. Общие принципы минимизации.	6		1	2	1	4						+		
Синтез логических устройств в заданном базисе ЛЭ. Особенности построения логических устройств на реальной элементной базе. Типовые функциональные узлы комбинационных логических устройств.	6		1	2	1	4								
Назначение и классификация триггерных устройств. Односту-	6		1	2	1	4								

пенчатые триггеры.														
Двухступенчатые триггеры. Триггеры с динамическим управлением.	6		1	2	1	4								
Обобщенная структурная схема и описание цифровых автоматов. Синтез логической схемы цифрового автомата.	6		1	2	1	4								
Функциональные узлы последовательных логических устройств	6		1	2	1	4						+		
Параллельный и сдвиговый регистры.	6		1	2	1	4								
Двоичные и двоично-десятичные счетчики.	6		2	2	1	4								
Арифметико-логические устройства. Назначение и основные параметры. Сумматоры. Алгоритм двоично-	6		2	2	1	4								

го сложения. Полусумматор. Одноразрядный сумматор.														
Многоразрядные сумматоры параллельного и последовательного действия	6		2	2		4								
Алгоритм вычитания двоичных чисел. Выполнение операций арифметического умножения.	6		2	2	1	4								
Генераторы формирователей импульсов на логических элементах и таймеры. Автогенераторы на БЛЭ.	6		2	2	1	4								
Одновибраторы на элементах ТТЛ. Интегральные таймеры.	6		2	2	1	4								
Принципы схемотехники аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразо-	6		2	2	1	4						+		

вателей. Назначение основные свойства и классификация. Основные характеристики. ЦАП с суммированием токов.														
АЦП последовательного счета. АЦП поразрядного кодирования.	6		2	2	1	4								
АЦП параллельного преобразования. АЦП с двойным интегрированием. Области применения АЦП различных типов.	6		2	2	1	4								
Итого за 6 семестр			18	36	18	72		1				3		+
Всего часов по дисциплине			36	72	36	144		1				6	+	+

Заведующий кафедрой «ЭиПЭ» А.Н. Шишков

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Электрооборудование и промышленная электроника»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Программируемые логические интегральные схемы»

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств

Составитель: Д.О. Варламов

Москва 2022

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

«Программируемые логические интегральные схемы»					
ФГОС ВО **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной дея-тельности в соответ-ствии с техническим заданием и норматив-но-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффектив-ные и экологические требования.	**Знать:** - основные понятия схемотехники электронных устройств и систем; **Уметь:** - использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора устройств электронного оборудования; **Владеть:** - навыками применения прикладного программного обеспечения для подбора параметров и расчета режимов работы электронных схем.	лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа	Л/Р, Р	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата
ПК-14	способностью применять методы и техни-	**Знать:** - назначение, элементную базу,	лекция, самостоятель-	Л/Р, Р	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе

	че-ские средства эксплуа-тационных испытаний и диагностики электро-энергетического и электротехнического оборудования.	характеристики и свойства аналоговых, цифровых и цифро-аналоговых микросхем; **Уметь:** - проводить технические испытания современными методами исследований; **Владеть:** - навыками дискуссии и терминологией по схемотехнике аналоговых и цифровых микросхем;	ная работа, лабораторная работа		текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к лабораторным работам, к выступлению с докладом по теме реферата

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Программируемые логические интегральные схемы»

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Лабораторные работы (Л/Р)	Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника под управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально - ориентированных задач путем формирования навыков проведения параметрических испытаний. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональныезадачи.	Темы: -Проведение параметрических испытаний различных изделий АТЭ
2	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов: - Анализ методов испытаний, используемых в автотракторной промышленности. - Анализ методов диагностики систем АТС
3	Курсовой проект (К/П)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой работу по проектированию системы АТЭ, изделия АТЭ или её части	Темы курсовых проектов: смотри раздел 6 рабочей программы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

6. Опадчий Ю. Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. (Полный курс): Учебник для ВУЗов. - М: «Горячая линия», 2008. - 768 с.
7. Волович Г.И. Аналоговые и цифровые микросхемы аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2005. – 528 с.
8. Прянишников В. А. Электроника: Курс лекций. СПб.: КОРОНА принт,
9. 2008.- 416 с.

б) дополнительная литература:

3. Компьютерное моделирование электронных устройств систем управления (Часть I и 2). / Ермаков В., Коротков В.И., Мельников А.А., Мельников А.А. (мл.), Нигматуллин Ш.М., Филатов Б.С. – М.: МАМИ, 2006. - 200 с.
4. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. М.: Солон, 2004. – 506 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

4. ELECTRONICS WORKBENCH – программа для компьютерного моделирования электронных устройств;
5. www.unfineon.ru
6. www.freescale.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» (В-306), оснащенной лабораторным оборудованием, стендами, компьютерами с доступом на кафедральный сервер и в интернет.

Лекции читаются в специализированной аудитории (В-305) оснащенной мультимедийным проектором, экраном, ноутбуком.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденным Минобрнауки России (Приказ от 28.02.2018 г.)

Приложение 2

ЗАДАНИЯ ДЛЯ РГР И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. От каких параметров зависит коэффициент усиления каскада на транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером?
2. Почему работа транзисторного каскада в классе *B* сопровождается появлением значительных искажений?
3. Чем класс усиления *AB* отличается от класса *C*?
4. Как должно изменяться выходное напряжение схемы с общим эмиттером при ее работе в классе *A*?
5. Как должно изменяться выходное напряжение схемы с общим эмиттером при ее работе в классе *D*?
6. Как зависит коэффициент усиления каскада с цепью последовательной ООС по току нагрузки от сопротивления $R_э$?
7. Как задается режим по постоянному току в каскаде на полевом транзисторе, включенном по схеме с общим истоком?
8. Чему равен коэффициент усиления каскада на полевом транзисторе с общим истоком?
9. Докажите, что коэффициент усиления эмиттерного повторителя по напряжению всегда меньше единицы.
10. Чему равно входное сопротивление эмиттерного повторителя?
11. Какое свойство биполярного и полевого транзисторов используется при построении схем генераторов тока?
12. Для чего предназначена схема «токового зеркала»?
13. При выполнении каких условий выходной ток схемы «токового зеркала» равен его входному току?
14. Почему применение в транзисторном каскаде усиления схемы активной нагрузки повышает коэффициент усиления устройства?
15. Что такое дифференциальный усилитель?
16. Почему коэффициент усиления дифференциального усилителя при заданной стабильности тока покоя всегда больше коэффициента усиления каскада на одиночном транзисторе?
17. Какие напряжения называются синфазными?
18. Как введение разделительных конденсаторов влияет на ЛАЧХ многокаскадного усилителя с *RC*-связями?
19. Что такое дрейф нуля усилителя постоянного тока?
20. Почему выходные транзисторы усилителей мощности обычно включают по схеме с общим коллектором?
21. Определите тип ООС, используемой в повторителе напряжения.
22. Докажите, почему коэффициент передачи повторителе напряжения равен единице.
23. Почему коэффициент усиления инвертирующего усилителя не может быть менее единицы?

24. Почему коэффициент усиления инвертирующего усилителя может быть уменьшен до нуля?
25. Докажите, что дифференциальный усилитель может выполнять математическую операцию вычитания двух чисел.
26. Спроектируйте схему, реализующую следующую зависимость входных и выходного напряжений: $u_{вых}=0,5u_{вх1}+0,2u_{вх2}$,
27. Спроектируйте схему, реализующую следующую зависимость входных и выходного напряжений $u_{вых}=0,1\sin\omega t$,
28. Спроектируйте схему, реализующую следующую зависимость входных и выходного напряжений $u_{вых}=1,5\sin(\omega t+\pi/2)$.
29. От чего зависят полярности выходного напряжения логарифмического усилителя?
30. От чего зависят полярности выходного напряжения экспоненциального усилителя?
31. Как связаны напряжения обратного пробоя стабилитронов в схеме нелинейного преобразователя с возрастающим коэффициентом передачи с видом его передаточной характеристики?
32. Каким образом можно изменять наклон передаточной характеристики ограничителя уровня при входных напряжениях, близких к нулю?
33. Разработайте схему неинвертирующего ограничителя уровня и поясните, чем его свойства отличаются от свойств инвертирующего ограничителя.
34. Какой основной принцип заложен в схемы источников постоянного тока как с заземленной, так и «плавающей» нагрузками?
35. Чем ограничивается полоса пропускания фильтра высокой частоты?
36. Чему равен коэффициент передачи фильтра высоких частот на частотах ниже частоты среза?
37. Что такое функционально полная система и базис ЛЭ?
38. В чем особенность синтеза логических устройств на базе ЛЭ с числом входов, большим требуемого; меньшим требуемого?
39. Каковы назначение и структурная схема мультиплексора; демультиплексора?
40. Приведите определения и схемы мультиплексорного и демультиплексорного деревьев.
41. Каковы назначение и условное графическое изображение преобразователя кодов?
42. Каковы назначение и логическая схема шифратора?
43. Каковы назначение и структурные схемы одноступенчатого, пирамидального и многоступенчатого дешифраторов?
44. Приведите схему двоично-десятичного дешифратора.
45. Каковы назначение и логическая схема цифрового компаратора?
46. Каково назначение и состав триггерных устройств?
47. Чем различаются между собой одно- и двухступенчатые триггеры разных типов?

48. Проиллюстрируйте выполнение триггеров разных типов на основе *JK*-триггера.
49. Как строятся триггеры с динамическим управлением?
50. Из каких частей состоит обобщенная структурная схема цифрового автомата? Каково назначение этих частей?
51. Как определить необходимый объем памяти цифрового автомата?
52. Какие существуют способы описания поведения цифрового автомата?
53. Приведите структурные схемы и условные обозначения параллельного, сдвигающего и реверсивного регистров.
54. Как организован обмен информацией между регистрами?
55. Назовите основные параметры и признаки классификации счетчиков.
56. Каким образом достигается повышение быстродействия счетчиков?
57. Как осуществляется предварительная установка счетчиков?
58. Приведите схему кольцевого счетчика.
59. Перечислите основные элементарные операции, выполняемые аппаратно любым АЛУ.
60. Запишите ФАЛ, реализующие арифметическое суммирование одноразрядных двоичных кодов.
61. Составьте таблицу истинности для элемента Исключающее ИЛИ.
62. Чем отличаются полусумматор и одноразрядный сумматор?
63. Почему время получения результата на выходе одноразрядного сумматора больше, чем в полусумматоре?
64. В чем основное отличие многоразрядных сумматоров параллельного и последовательного действий?
65. С какой целью формируются функции переноса и передачи переноса.
66. Перечислите основные способы повышения быстродействия сумматоров.
67. Как представляются отрицательные числа в двоичном коде?
68. Используя двоичные коды, определите разность десятичных чисел 24 и 56.
69. Запишите двоично-десятичный код числа 21.
70. Поясните принцип работы двоично-десятичного сумматора.
71. Реализуйте аппаратным способом операцию Исключающее ИЛИ—НЕ.
72. Какие свойства диодов используются в выпрямительных устройствах?
73. Приведите показатели выпрямителей однофазного тока для одно- и двухполупериодного выпрямления.
74. Укажите особенности двухполупериодной схемы выпрямления однофазной цепи.
75. Поясните отличия между одно- и двухполупериодной схемами выпрямления трехфазной цепи.
76. Как определяют коэффициенты пульсации для выпрямительных схем?
77. Расскажите о принципе работы управляемого выпрямителя на тиристорах.
78. Как оценить эффективность сглаживающего фильтра?

79. Изложите принцип работы и область применения емкостного сглаживающего фильтра.
80. Изложите принцип функционирования индуктивно-емкостного сглаживающего фильтра.
81. Изложите принцип работы компенсационного стабилизатора напряжения.
82. Сравните характеристики *RC*- и *LC*-сглаживающих фильтров.
83. Докажите, что коэффициент стабилизации компенсационного стабилизатора может быть больше, чем параметрического.
84. В чем отличие непрерывных и ключевых компенсационных стабилизаторов напряжения?
85. Может ли работать релейный стабилизатор напряжения при отсутствии пульсаций выходного напряжения?
86. Чем отличается стабилизация мгновенного значения напряжения от стабилизации его среднего значения?
87. Какие функции выполняет управляемый выпрямитель?
88. Чем инвертор отличается от конвертора?
89. Чем коэффициент нестабильности по току отличается от коэффициента нестабильности по напряжению?
90. Какие операции необходимо выполнить при аналого-цифровом преобразовании?
91. Какие операции необходимо выполнить при цифро-аналоговом преобразовании?
92. Какие принципиальные погрешности вносятся в процессе аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования.
93. Что называется единицей младшего разряда?
94. Как связаны единица младшего разряда, число разрядов и напряжение шкалы АЦП?
95. Какие основные способы аналого-цифрового преобразования Вы знаете?
96. Как устроена ЦАП с суммированием токов?
97. Зачем на выход ЦАП с суммированием токов включают операционный усилитель?
98. Какой принцип заложен в работу АЦП последовательного счета?
99. Что такое циклический и нециклический режимы работы АЦП последовательного счета?
100. Какие способы повышения разрешающей способности ЦАП Вы знаете?
101. Что называется методом поразрядного кодирования и как он реализуется при построении АЦП?
102. Почему параллельные АЦП являются самыми быстродействующими?

Приложение 3

ВОПРОСЫ ЭКЗАМЕНА

7 семестр

1. Факторы и критерии выбора электронных компонентов для автомобильных электронных схем.
2. Основные параметры аналоговых сигналов.
3. Усиление аналогового сигнала.
4. Частотные свойства усилителей.
5. Усилитель с общим эмиттером: назначение, схема, работа, свойства.
6. Последовательная ОС как метод стабилизации рабочей точки транзистора: схема, работа, свойства.
7. Параллельная ОС как метод стабилизации рабочей точки транзистора: схема, работа, свойства
8. Усилитель с общим коллектором: назначение, схема, работа, свойства.
9. Источник тока: назначение, схема, работа, свойства.
10. Источник напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
11. Токовое зеркало: назначение, схема, работа, свойства.
12. Активная нагрузка: назначение, схема, работа, свойства.
13. Дифференциальный усилитель: назначение, схема, работа, свойства.
14. Усилители мощности: назначение, схема, работа, свойства.
15. Многокаскадные усилители на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
16. Виды межкаскадных соединений усилителей: назначение, схема, работа, свойства.
17. Операционный усилитель: назначение, схема, работа, свойства.
18. Повторитель напряжения на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
19. Усилитель с дифференциальным входом: назначение, схема, работа, свойства..
20. Инвертирующий сумматор на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
21. Неинвертирующий сумматор на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
22. Вычитатель на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
23. Интегратор на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
24. Дифференциатор на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
25. Логарифмические усилители на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
26. Экспоненциальные усилители на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
27. Усилитель с возрастающим коэффициентом передачи.
28. Усилитель с убывающим коэффициентом передачи.
29. Ограничители уровня на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
30. Источники тока на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.
31. Источники напряжения на ОУ: назначение, схема, работа, свойства.

32. Принципы построения генераторов.
33. Баланс амплитуд и фаз в генераторах.
34. Автогенераторы и принципы обеспечения баланса фаз в генераторах.
35. LC-генераторы: назначение, схема, работа, свойства.
36. RC-генераторы : назначение, схема, работа, свойства.
37. Генераторы на туннельном диоде: назначение, схема, работа, свойства.
38. Генераторы на динисторе: назначение, схема, работа, свойства.
39. Кварцевые генераторы: назначение, схема, работа, свойства.
40. Параметрические стабилизаторы напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
41. Стабилитронные интегральные микросхемы: назначение, схема, работа, свойства.
42. Компенсационные стабилизаторы напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
43. Интегральные стабилизаторы напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
44. Понижающие импульсные стабилизаторы напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
45. Повышающие импульсные стабилизаторы напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
46. Инвертирующие импульсные стабилизаторы напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
47. Основные требования к импульсным усилителям мощности: назначение, схема, работа, свойства.
48. Статические потери в транзисторном ключе: назначение, схема, работа, свойства.
49. Динамические потери в транзисторном ключе: назначение, схема, работа, свойства.
50. Импульсные усилители мощности на биполярных транзисторах: назначение, схема, работа, свойства.
51. Режимы импульсного регулирования мощности: назначение, схема, работа, свойства.
52. Импульсные усилители мощности на полевых транзисторах: назначение, схема, работа, свойства.
53. Импульсные стабилизаторы с понижением напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
54. Импульсные стабилизаторы с повышением напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
55. Импульсные стабилизаторы с изменением полярности выходного напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
56. Однотактные обратноходовые преобразователи напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
57. Однотактные прямоходовые преобразователи напряжения: назначение, схема, работа, свойства.

58. Однотактные полумостовые преобразователи напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
59. Двухтактные полумостовые преобразователи напряжения: назначение, схема, работа, свойства.
60. Мостовые преобразователи напряжения: назначение, схема, работа, свойства.

Приложение 4

ВОПРОСЫ ЗАЧЕТА

8 семестр

1. Способы представления логических переменных электрическими сигналами.
2. Логические константы и функции.
3. Операции булевой алгебры.
4. Записи функций алгебры логики в виде алгебраических выражений.
5. Записи функций алгебры логики в виде последовательности десятичных чисел.
6. Записи функций алгебры логики в виде кубических комплексов.
7. Логические элементы и схемы.
8. Принцип двойственности в алгебре логики.
9. Теоремы алгебры логики.
10. Классификация логических устройств.
11. Цели и общие принципы минимизации логических устройств.
12. Минимизация ФАЛ с использованием карт Карно.
13. Минимизация ФАЛ с использованием карт Вейча.
14. Минимизация недоопределенной ФАЛ.
15. Синтез логических устройств в заданном базисе.
16. Реализация ФАЛ, содержащей общие логические элементы.
17. Синтез логических устройств в заданном базисе с числом входов больше требуемого.
18. Синтез логических устройств в заданном базисе с числом входов меньше требуемого.
19. Мультиплексор: назначение, устройство, работа, свойства.
20. Мультиплексорное дерево: назначение, устройство, работа, свойства.
21. Демультиплексор: назначение, устройство, работа, свойства.
22. Демультиплексорное дерево: назначение, устройство, работа, свойства.
23. Демультиплексор как универсальный ЛЭ.
24. Преобразователи кодов: назначение, устройство, работа, свойства.
25. Шифраторы: назначение, устройство, работа, свойства.
26. Дешифраторы: назначение, устройство, работа, свойства.
27. Одноразрядные цифровые компараторы: назначение, устройство, работа, свойства.
28. Многоразрядные цифровые компараторы: назначение, создание методом блочного конструирования.
29. Асинхронный RS-триггер: устройство, работа, свойства.
30. Синхронный RS-триггер: устройство, работа, свойства.
31. D-триггер: устройство, работа, свойства.
32. T-триггер: устройство, работа, свойства.
33. JK-триггер: устройство, работа, свойства.

34. Цифровые автоматы: описание, структура,
35. Синтез логической схемы цифрового автомата
36. Регистры: назначение, устройство, работа, свойства.
37. Параллельный регистр: назначение, устройство, работа, свойства.
38. Регистр сдвига: назначение, устройство, работа, свойства.
39. Суммирующий счетчик: назначение, устройство, работа, свойства.
40. Вычитающий счетчик: назначение, устройство, работа, свойства.
41. Реверсивный счетчик: назначение, устройство, работа, свойства.
42. Счетчики со сквозным переносом: назначение, устройство, работа, свойства.
43. Двоично-кодированные счетчики: назначение, устройство, работа, свойства.
44. Полусумматор: назначение, устройство, работа, свойства.
45. Сумматор: назначение, устройство, работа, свойства.
46. Многоразрядный сумматор с последовательным переносом: назначение, устройство, работа, свойства.
47. Автогенераторы на БЛЭ: назначение, устройство, работа, свойства.
48. Одновибраторы на элементах ТТЛ: назначение, устройство, работа, свойства.
49. ЦАП с суммированием токов: назначение, устройство, работа, свойства.
50. АЦП последовательного счета: назначение, устройство, работа, свойства.
51. АЦП параллельного преобразования: назначение, устройство, работа, свойства.
52. АЦП с двойным интегрированием: назначение, устройство, работа, свойства.

Приложение 5

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

NN вари-анта	Входное напряжение, В	Мощ-ность, Вт	Выходное напряже-ние, В	Коэффициент сглаживания	Сопротивле-ние нагрузки, Ом
1	12	15	3	30	5
2	12	20	5	30	5
3	12	25	10	30	5
4	12	30	3	30	5
5	12	35	5	30	5
6	12	15	10	30	5
7	12	20	3	30	5
8	12	25	5	30	5
9	12	30	10	30	5
10	12	35	3	30	5
11	24	15	5	30	5
12	24	20	10	30	5
13	24	25	3	30	5
14	24	30	5	30	5
15	24	35	10	30	5
16	24	15	3	30	5
17	24	20	5	30	5
18	24	25	10	30	5
19	24	30	3	30	5
20	24	35	5	30	5
21	36	15	10	30	5
22	36	20	3	30	5
23	36	25	5	30	5
24	36	30	10	30	5
25	36	35	3	30	5
26	36	15	5	30	5
27	36	20	10	30	5
28	36	25	3	30	5
29	36	30	5	30	5
30	36	35	10	30	5