

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого


Асенчик О.Д.

«04» 10. 2014

Регистрационный № УДг-218-57р

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-36 04 02 «Промышленная электроника»

Факультет автоматизированных и информационных систем

Кафедра Промышленная электроника

Курс (курсы) 3

Семестр (семестры) 5

Лекции 48 ч.

Экзамен 5
(семестр)

Практические (семинарские)
занятия 16 ч.

Зачет -
(семестр)

Лабораторные
занятия 16 ч.

Курсовая работа (проект) -
(семестр)

Аудиторных часов
по учебной дисциплине 80 ч.

Всего часов
по учебной дисциплине 202 ч.

Форма получения
высшего образования дневная

Составил Н.И. Вяхирев, к.т.н., доцент; В.Н. Гарбуз, асс.

2014

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Методы анализа и расчета электронных схем» для специальности 1-36 04 02 Промышленная электроника, № УД-1016/уч от 11.11.2014.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Промышленная электроника»

28.08.2014, протокол №1

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

Юр

(подпись)

Ю.В. Крышнев
(И.О. Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем

05.09.2014, №1

(дата, номер протокола)

Председатель

Селиверстов

(подпись)

Г.И. Селиверстов
(И.О. Фамилия)

1. Пояснительная записка

Учебная программа по дисциплине «Методы анализа и расчета электронных схем» для студентов дневной формы обучения специальности I степени высшего образования 1-36 04 02 «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого» разработана в соответствии с учебной программой учреждения высшего образования № УД-1016/уч от 11.11.2014.

1.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является изучение современных методов анализа и расчета электронных схем непрерывного и дискретного времени.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных электрических характеристик электронных устройств;
- проведение классификации электронных цепей по их основным параметрам;
- изучение способов экспериментального исследования электронных устройств.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать:

- операторный и матричный методы анализа электронных схем;
- методы анализа дискретных схем;
- основные методы измерения электрических параметров электронных устройств;
- методы синтеза частотно-зависимых пассивных цепей.

уметь характеризовать:

- пассивные и активные электронные схемы в частотной и временной областях;
- степень влияния типов и номиналов компонентов РЭА на электрические характеристики электронных устройств, реализованных на их основе;
- режимы работы цепей с распределенными параметрами.

уметь анализировать:

- частотные и переходные характеристики основных пассивных электронных звеньев;
- частотные и переходные характеристики электронных транзисторных схем, основных схем включения операционных усилителей;
- входные и передаточные функции двухпроводных линий передачи с произвольной нагрузкой.

приобрести навыки:

- численного и экспериментального исследования пассивных и активных электронных схем;
- расчета матричных параметров пассивных четырехполюсников;
- расчета входных и передаточных функций пассивных звеньев, фильтров, транзисторных схем, схем на операционных усилителях.

1.2. Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

АК-11. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники.

ПК-1. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативных документов;

ПК-12. Пользоваться современными средствами документооборота конструкторской документации на производстве, обосновывать и уметь вносить изменения в конструкторскую документацию.

ПК-13. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект, выбирать структуру и элементную базу радиоэлектронных средств промышленной электроники, рассчитывать и анализировать режимы работы как отдельных узлов, так и изделия в целом.

ПК-14. В составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое устройство промышленной электроники.

ПК-18. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-20. Готовить доклады, материалы к презентациям.

ПК-21. Владеть современными средствами инфокоммуникаций.

ПК-22. Анализировать перспективы и направления развития элементной базы и современных технологий.

ПК-23. Намечать основные этапы научных исследований при подготовке к проектированию новых изделий, обучать персонал по новым технологиям проектирования.

1.3. Изучение дисциплины «Методы анализа и расчета электронных схем» опирается на материал дисциплин «Математика», «Физика» общего среднего образования, материал дисциплин «Математика», «Теория электрических цепей», «Электронные приборы» учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I ступени высшего образования. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Методы анализа и расчета электронных схем», будут полезны при изучении цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин учебного плана специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» I ступени высшего образования, а также при изучении цикла дисциплин специальной подготовки учебного плана специальности 1-41 80 02 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники» II ступени высшего образования.

1.4. Программа дисциплины «Методы анализа и расчета электронных схем» рассчитана на объем 202 учебных часа, из них аудиторных – 80 часов. Распределение учебных часов по видам занятий: лекций – 48 часов; лабораторных работ – 16 часов; практических занятий – 16 часов.

2. Содержание учебного материала

2.1. Лекционные занятия

№ п.п.	Название темы, содержание лекции	Объем в часах
5-й семестр		
Раздел 1. Классификация электронных цепей.		
1.	Линейные и нелинейные цепи. Активные и пассивные цепи. Цепи с постоянными и переменными параметрами. Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Элементы электронных цепей.	1
Раздел 2. Операторный метод анализа электронных схем.		
2.	Теоремы операторного метода. Преобразование Лапласа для сигналов специальной формы. Обратное преобразование Лапласа. Примеры восстановления оригинала функции. Представление характеристик реальных компонентов в операторном виде. Уравнения цепей в операторном виде и их решение. Передаточные (системные) функции. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики в линейном и логарифмическом масштабе. Переходная и импульсная характеристики цепи, их связь с передаточной функцией.	4
Раздел 3. Четырехполюсные цепи.		
3.	Уравнения и параметры четырехполюсников. Матрицы A , Z , Y , H ,	4

	G и S. Соединения четырехполосников. Представление передаточных и входных функций через параметры четырехполосника. Свойства матриц четырехполосников. Матрицы взаимных и не-взаимных четырехполосников. Матрицы реактивных четырехполосников. Четырехполосники минимально фазового типа.	
Раздел 4. Метод направленных графов.		
4.	Направленные графы прохождения сигналов. Преобразование графов. Графы усилительных элементов. Формула Мэсона для передачи графа.	2
Раздел 5. Расчет линейных пассивных цепей.		
5.	Реактивные двухполосники. Теорема Фостера. Условия физической реализуемости пассивных двухполосников и четырехполосников. Дифференцирующие и интегрирующие цепи и их переходные и частотные характеристики. Колебательное звено. Пассивные мостовые цепи. Делитель Вина. Т-обратная фазосдвигающая цепь, двойной Т-мост. Синтез двухполосников. Схемы Фостера и Кауэра.	8
Раздел 6. Анализ активных линейных цепей.		
6.	Определения и основные свойства активной цепи. Коэффициент передачи активного четырехполосника. Матрицы и схемы замещения активных четырехполосников. Параметры активных элементов в режиме малых сигналов. Эквивалентные схемы усилительных элементов: электронной лампы, транзистора, операционного усилителя. Расчет активных электронных цепей с помощью эквивалентных схем. Связанные системы и обратная связь. Частотно-избирательные усилители. Усилители на основе мостовых устройств в цепи обратной связи. Матричный метод расчета активных цепей. Применение направленных графов к расчету активных цепей. Частотные и временные характеристики активных электронных схем.	10
Раздел 7. Цепи с распределенными параметрами.		
7.	Падающие и отраженные волны на входах четырехполосника. Матрица рассеяния четырехполосника. Преобразование матрицы рассеяния при соединении различных четырехполосников. Матрицы передачи и рассеяния отрезка длинной линии. Трансформаторы сопротивлений.	6
Раздел 8. Частотно-избирательные пассивные фильтры.		
8.	Классификация и назначение фильтров. Идеальный и реальный фильтры. Фильтры нижних и верхних частот. Полосно-пропускающие и полосно-запирающие фильтры. Синтез реактивных фильтров Баттерворта и Чебышева. Преобразование частотной переменной в фильтре нижних частот. Расчет элементов фильтров.	5
Раздел 9. Методы анализа линейных систем дискретного времени.		
9.	Счетная последовательность. Линейные разностные уравнения. Алгоритмы их решения. Одностороннее Z – преобразование и его применение к анализу электронных схем. Свойства Z – преобразования. Методы вычисления обратного Z – преобразования. Функция единичного отсчета. Реакция цепи на единичный отсчет. Свертка в дискретном времени. Единичная ступенчатая функция и реакция цепи на нее. Преобразование Фурье в системах дискретного времени и его применение к анализу электронных цепей.	8

Итого:	48 ✓
--------	------

2.2. Лабораторные занятия

№ п.п.	Название темы, содержание занятия	Объем в часах
5-й семестр		
1.	Реакция звеньев первого и второго порядка на единичный скачок.	4
2.	Реакция колебательных звеньев на единичный скачок	4
3.	Исследование частотных характеристик пассивных цепей.	4
4.	Анализ частотно-избирательных активных цепей.	4
Итого:		16 ✓

2.3. Практические занятия

№ п.п.	Название темы, содержание	Объем в часах
5-й семестр		
1.	Прямое преобразование Лапласа электронных сигналов. Применение теоремы Фостера для расчета преобразования Лапласа периодических сигналов.	2
2.	Реакция звеньев на импульсное воздействие операторным методом. Расчет переходных характеристик дифференцирующих и интегрирующих звеньев.	2
3.	Частотные характеристики электронных схем. Расчет характеристик пассивных цепей.	2
4.	Матричное описание линейных четырехполюсников. Эквивалентные схемы усилительных элементов.	2
5.	Метод направленных графов. Эквивалентные преобразования графов.	2
6.	Расчет активных цепей методом эквивалентных схем. Инвертирующий и неинвертирующий усилители на операционных усилителях. Повторитель напряжения.	2
7.	Частотные и временные характеристики активных электронных схем.	2
8.	Расчет активных цепей методом направленных графов.	2
Итого:		16 ✓

3. Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	Иное	
5-й семестр								
1.	Классификация электронных цепей (1 ч.)	1						экзамен
1.1	Линейные и нелинейные цепи. Активные и пассивные цепи. Цепи с постоянными и переменными параметрами. Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Элементы электронных цепей.	1						экзамен
2.	Операторный метод анализа электронных схем (16 ч.)	4	4		8			экзамен, опрос студентов, защита л/р
2.1	Теоремы операторного метода. Преобразование Лапласа для сигналов специальной формы. Обратное преобразование Лапласа. Примеры восстановления оригинала функции. Представление характеристик реальных компонентов в операторном виде.	2	2					экзамен, опрос студентов
2.2	Уравнения цепей в операторном виде и их решение. Передаточные (системные) функции. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики в линейном и логарифмическом масштабе. Переходная и импульсная характеристики цепи, их связь с передаточной функцией.	2	2		8			экзамен, опрос студентов, защита л/р

3.	Четырехполосные цепи (6 ч.).	4	2				экзамен, опрос студентов
3.1	Уравнения и параметры четырехполосников. Матрицы A, Z, Y, H, G и S. Соединения четырехполосников. Представление передаточных и входных функций через параметры четырехполосника.	2	2				экзамен, опрос студентов
3.2	Свойства матриц четырехполосников. Матрицы взаимных и невзаимных четырехполосников. Матрицы реактивных четырехполосников. Четырехполосники минимально фазового типа.	2					экзамен
4.	Метод направленных графов (4 ч.).	2	2				экзамен, опрос студентов
4.1	Направленные графы прохождения сигналов. Преобразование графов. Графы проводимостей. Графы усилительных элементов. Формула Мэсона для передачи графа.	2	2				экзамен, опрос студентов
5.	Расчет линейных пассивных цепей (14 ч.).	8	2		4		экзамен, опрос студентов, защита л/р
5.1	Реактивные двухполосники. Теорема Фостера. Условия физической реализуемости пассивных двухполосников и четырехполосников.	2					экзамен
5.2	Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Переходные и частотные характеристики пассивных цепей. Колебательное звено.	2	2		4		экзамен, опрос студентов, защита л/р
5.3	Пассивные мостовые цепи. Делитель Вина. Т-обратная фазосдвигающая цепь, двойной Т-мост.	2					экзамен
5.4	Синтез двухполосников. Схемы Фостера и Кауэра.	2					экзамен
6.	Анализ активных линейных цепей (20 ч.).	10	6		4		экзамен, опрос студентов, защита л/р
6.1	Определения и основные свойства активной цепи. Коэффициент передачи активного четырехполосника. Матрицы и схемы замещения активных четырехполосников.	2					экзамен

6.2	Параметры активных элементов в режиме малых сигналов. Эквивалентные схемы усилительных элементов: электронной лампы, транзистора, операционного усилителя.	2					экзамен
6.3	Расчет активных электронных цепей с помощью эквивалентных схем. Матричный метод расчета активных цепей.	2	2				экзамен, опрос студентов
6.4	Применение направленных графов к расчету активных цепей.	2	2				экзамен, опрос студентов
6.5	Связанные системы и обратная связь. Частотно-избирательные усилители. Усилители на основе мостовых устройств в цепи обратной связи. Частотные и временные характеристики активных электронных схем.	2	2		4		экзамен, опрос студентов, защита л/р
7.	Цепи с распределенными параметрами (6 ч.).	6					экзамен
7.1	Падающие и отраженные волны на входах четырехполосника. Матрица рассеяния четырехполосника.	2					экзамен
7.2	Матрицы передачи и рассеяния отрезка длинной линии. Трансформаторы сопротивлений.	2					экзамен
7.3	Преобразование матрицы рассеяния при соединении различных четырехполосников.	2					экзамен
8.	Частотно-избирательные пассивные фильтры (5 ч.).	5					экзамен
8.1	Классификация и назначение фильтров. Идеальный и реальный фильтры. Фильтры нижних и верхних частот. Полосно-пропускающие и полосно-запирающие фильтры.	2					экзамен
8.2	Синтез реактивных фильтров Баттерворта и Чебышева. Расчет элементов фильтров.	2					экзамен
8.3	Преобразование частотной переменной в фильтре нижних частот.	1					экзамен
9.	Методы анализа линейных цепей дискретного времени (8 ч.).	8					экзамен
9.1	Счетная последовательность. Линейные разностные уравнения. Алгоритмы их решения.	2					экзамен

9.2	Одностороннее Z – преобразование и его применение к анализу электронных схем. Свойства Z – преобразования. Методы вычисления обратного Z – преобразования. Функция единичного отсчета.	2						экзамен
9.3	Реакция цепи на единичный отсчет. Свертка в дискретном времени. Единичная ступенчатая функция и реакция цепи на нее.	2						экзамен
9.4	Преобразование Фурье в системах дискретного времени и его применение к анализу электронных цепей.	2						экзамен

Библиотека ГГТУ им. Шумяцкого

4. Информационно-методическая часть

4.1. Основная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2005. – 462с.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач. – М.: Высш. школа, 2002. – 214с.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Дрофа, 2006. – 719с.
4. Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1990. – 399с.
5. Пачинин В. И. Радиоэлектроника: учебное пособие / В. И. Пачинин. – Минск: Беларусь, 2010. – 284с.
6. Сазонов Д.М. и др. Устройства СВЧ. – М.: Высшая школа, 1981. – 295с.
7. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы. В 2-х ч./Пер с англ. Под ред. И.С.Рыжака – М.: Мир, 1988.
8. Абаринов Е.Г. Анализ временных и частотных характеристик звеньев: учеб. пособие по курсу "Методы анализа и расчета электронных схем" для студентов спец. 20.05 "Промышленная электроника" / Е.Г. Абаринов; ГПИ, каф. "Промышленная электроника. - Гомель: ГПИ, 1993. - 86с.
9. Абаринов Е.Г. Анализ и расчет частотно-избирательных цепей и активных фильтров с помощью относительной расстройки: учеб. пособие по курсу "Методы анализа и расчета электронных схем" для студентов спец. 20.05 "Промышленная электроника" / Е.Г. Абаринов; Каф. "Промышленная электроника". - Гомель: ГПИ, 1993. - 83с.
10. Гаврилов Л. П. Расчет и моделирование линейных электрических цепей с применением ПК: учебное пособие для вузов / Л. П. Гаврилов, Д. А. Сошин. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2010. – 429с.

4.2. Дополнительная литература

1. Зааль Р. Справочник по расчету фильтров./Пер. с нем. Ю.В.Камкина. Под ред. Н.Н.Слепова. – М.: Радио и связь. – 1983.
2. Сборник задач по электротехнике и электронике: учебное пособие для вузов / под общ. ред. Ю.В. Бладыко. – Минск: Высшэйшая школа, 2012 – 477с.
3. Гусак А. А. Основы высшей математики: пособие для студентов вузов / А. А. Гусак, Е. А. Бричикова. – Минск: ТетраСистемс, 2012. – 204с.
4. Каганов В.И. Радиотехника + компьютер + Mathcad. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 416с.
5. Арсеньев Г.Н. Основы теории цепей: практикум / Г. Н. Арсеньев, И. И. Градов. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М. – 2011. – 335с.
6. Электротехника и электроника: учебное пособие для вузов / В. В. Ко-

ноненко [и др.]; под ред. В. В. Кононенко. - Изд. 6-е. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. – 778с.

7. Попов В.П. Основы теории цепей. – М.: Высш. шк., 2000.

8. Шушкевич Г. Ч. Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14: учебное пособие для вузов / Г. Ч. Шушкевич, С. В. Шушкевич. - Минск: Издательство Гревцова, 2012. – 255с.

4.3. Учебно-методические комплексы

1. Вяхирев Н. И. Методы анализа и расчета электронных схем: электронный учебно - методический комплекс дисциплины / Н.И. Вяхирев, В.Н. Гарбуз. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2011.

4.4. Перечень компьютерных программ и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения




1. Практическое руководство к лабораторным занятиям по курсу "Методы анализа и расчета электронных схем" для студентов спец. Т.07.02.00 "Промышленная электроника" / В. Е. Финаев; кафедра "Промышленная электроника". - Гомель : ГГТУ. – 2000. – 50 с.

2. Практическое пособие "Методы анализа и расчета электронных схем" к лабораторным работам по одноимен. курсу для студентов спец. Т.07.02.00 "Промышленная электроника" / Б.А. Верига, Н.И. Вяхирев; кафедра "Промышленная электроника". – Гомель : ГГТУ. – 2004 – 17 с.

3. Оборудование лаборатории «Методы анализа и расчета электронных схем» (а. 2-517).

Список литературы сверен М. В. Тетова

5. Протокол согласования учебной программы по изучаемой учебной дисциплине с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Математика	Высшая математика		28.08.2014, прот. №1
2. Теория электрических цепей	Теоретические основы электротехники	нет 	28.08.2014, прот. №1
3. Электронные приборы	Промышленная электроника	нет 	28.08.2014, прот. №1

Зав. кафедрой _____

(ФИО, подпись)

Ю.В. Крышнев