

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИПНКТБ

Д.А. Седнев

«04» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Методы анализа и расчета электронных схем			
Направление подготовки/ специальность	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная электронная инженерия		
Специализация	Промышленная электроника		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		11
	Практические занятия		11
	Лабораторные занятия		22
	ВСЕГО		44
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	Отделение Электронной инженерии
Зав. кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП		П.Ф. Баранов	
		В.С. Иванова	
Преподаватель		Д.Н. Огородников	
Ведущий научный сотрудник отдела АО НПЦ Полус		М.В. Михайлов	

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	И.ПК(У)-1.2	Применяет знания по математическому моделированию для получения моделей базовых электронных устройств общего назначения, в том числе с использованием ЭВМ.	ПК(У)-1.2B1	Владеет опытом составления математических моделей электронных схем для их последующего анализа на ЭВМ.
				ПК(У)-1.2У1	Умеет осуществлять оценку чувствительности электронных схем к вариации величин их параметров.
				ПК(У)-1.231	Знает принципы и методы моделирования, анализа, синтеза и оптимизации электронных систем
ПК(У)-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	И.ПК(У)-3.6	Решает задачи по расчету электронных схем и их анализу во временной и частотной областях на ЭВМ.	ПК(У)- 3.6B1	Владеет опытом решения задач по анализу характеристик моделей электронных схем во временной и частотной областях на ЭВМ.
				ПК(У)- 3.6У1	Умеет рассчитывать характеристики и параметры электронных схем, используя различные математические методы.
				ПК(У)- 3.631	Знает особенности применения численных методов в практических расчетах

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД-1	Применять знания по математическому моделированию для получения моделей базовых электронных устройств общего назначения.	И.ПК(У)-1.2
РД-2	Решать задачи по анализу характеристик моделей электронных схем во временной и частотной областях на ЭВМ.	И.ПК(У)-3.6
РД-3	Осуществлять оценку чувствительности электронных схем к вариации величин их параметров	И.ПК(У)-1.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Схемное моделирование	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	—
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 2. Метод узловых потенциалов	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Направленные графы	РД-1 РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Метод переменных состояния	РД-1 РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	5
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 5. Чувствительность электронных схем	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	—
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	14

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Схемное моделирование

Минимальный базовый набор (МБН) элементов, имеющих точное математическое описание, понятное для ЭВМ. Классификация схемных моделей по частотному принципу и диапазону изменения токов и напряжений. Оценка соответствия схемной модели объекту моделирования. Принципы получения, глобальной, локальной и модели линейного приращения.

Темы лекций:

1. Минимальный базовый набор элементов. Классификация схемных моделей.

Названия лабораторных работ:

1. Вводное занятие по пакету MathCAD.

Раздел 2. Метод узловых потенциалов

Система уравнений в алгебраическом и матричном виде в базисе узловых потенциалов. Алгоритм записи матрицы проводимостей для пассивных схем. Обобщенный метод узловых потенциалов. Декомпозиция, неавтономные многополюсники. Определение элементов полной матрицы проводимостей электронных компонентов. Алгоритм получения матрицы проводимостей активной схемы с управляемыми источниками.

Представление схемы четырехполюсником и получение расчетных формул для схемных функций.

Темы лекций:

1. Метод узловых потенциалов для пассивных цепей.
2. Обобщенный метод узловых потенциалов.

Темы практических занятий:

1. Анализ пассивных цепей методом узловых потенциалов.
2. Обобщенный метод узловых потенциалов. Неавтономные многополюсники.

Названия лабораторных работ:

1. Метод узловых потенциалов. Пассивные цепи.
2. Исследование влияния отрицательной обратной связи на схемные функции усилителя с комплементарным транзистором.
3. Исследование схемы универсального фильтра в частотной области.
4. Моделирование операционных усилителей неавтономным многополюсником.

Раздел 3. Направленные графы

Топологическое моделирование. Основные понятия и определения графов. Законы Кирхгофа в топологической форме. Матрица инцидентий графа цепи. Первый закон Кирхгофа. Матрица главных контуров. Второй закон Кирхгофа. Матрица главных сечений, первый закон Кирхгофа в обобщенной форме. Теоремы о связях топологических матриц между собой. Расчет переменных ветвей графа. Узловой анализ по направленному графу цепи.

Темы лекций:

1. Направленные графы.

Темы практических занятий:

1. Составление матрицы инцидентий, матрицы главных контуров и матрицы главных сечений.

Раздел 4. Метод переменных состояния

Основные понятия и определения. Запись системы дифференциальных уравнений в нормальной форме. Выходные уравнения. Методы получения математической модели цепи системой уравнений переменных состояния, в том числе с помощью направленного графа цепи. Методы интегрирования уравнений переменных состояния. Явный и неявный методы Эйлера, использование дискретных резистивных моделей для конденсаторов и индуктивностей.

Темы лекций:

1. Метод переменных состояния.

Темы практических занятий:

1. Описание математической модели электрической цепи системой уравнений переменных состояния.
2. Решение уравнений переменных состояний.
3. Дискретные резистивные модели для конденсаторов и индуктивностей.

Названия лабораторных работ:

1. Пакет прикладных программ автоматизированного анализа электронных схем.

Вводное занятие.

2. Исследование частотных и временных характеристик RC -цепи

Раздел 5. Чувствительность электронных схем

Основные определения и понятия. Многопараметрическая чувствительность. Многопараметрическая чувствительность наихудшего случая. Чувствительность к паразитным параметрам. Методы расчета чувствительности на ЭВМ. Расчет чувствительности в частотной области.

Темы лекций:

1. Определение чувствительности. Чувствительность схемных функций. Многопараметрическая чувствительность. Методы расчета чувствительности на ЭВМ.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование выпрямителя.
2. Усилитель на биполярном транзисторе.
3. Работа с библиотекой моделей.
4. Моделирование ключей.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, оформление отчетов по лабораторным работам;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Готов, Анатолий Филиппович. Математическое моделирование электронных схем: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Ф. Готов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ — 1 компьютерный файл (pdf; 4.2 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m040.pdf>
2. Легостаев, Н. С. Методы анализа и расчета электронных схем : учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Москва : ТУСУР, 2014. — 237 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110344> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Миловзоров, Олег Владимирович. Электроника: учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 5-е изд.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Юрайт, 2013 — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети

ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-37.pdf>

Дополнительная литература

1. Глотов, Анатолий Филиппович. Методы анализа и расчета электронных схем : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Ф. Глотов; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m90.pdf>
2. Остапенко А.Г. Анализ и синтез линейных радиоэлектронных цепей с помощью графов. М. Радио и связь 1985, 346с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
2. <http://ecircuitcenter.com/circuits.htm>
3. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>
4. <http://www.scienceresearch.com>
5. <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. PTC Mathcad 15 Academic Floating;(на сетевом ресурсе)
2. NI Multisim 14 Education (на сетевом ресурсе)
3. Adobe Acrobat Reader DC;
4. Cisco Webex Meetings;
5. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic
6. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
7. Mozilla Firefox ESR
8. Zoom Zoom
9. Document Foundation LibreOffice;
10. Google Chrome
11. Tracker Software PDF-XChange Viewer

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 210	Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 206	
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 105	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест Проектор - 1 шт.; Компьютер - 18 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, специализации «Промышленная электроника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Д.Н. Огородников
Ведущий научный сотрудник отдела АО НПЦ Полюс	М.В. Михайлов

Разработчик(и):

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол № 37 от 01.09.2020г.)

Зав. кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры,
к.т.н.

П.Ф. Баранов

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2021/2022 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлен перечень профессиональных баз 5. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины 6. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	от 30.08.2021 г. № 54
2022/2023 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлен перечень профессиональных баз 5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	от 27.06.2022 г. № 67