МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
Самостоятельная работа	164	159	323	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10	20	часов
Контрольные работы	2	2	4	часов
Подготовка и сдача экзамена/зачета	4	9	13	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	360	часов
			10	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Зачет	5	
Контрольные работы	5	1
Экзамен	6	
Контрольные работы	6	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80839

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение знаний, умений и навыков исследования нелинейных электрических цепей и цепей с дискретными сигналами.

2. Приобретение знаний, умений и навыков теоретического исследования электронных цепей, содержащих активные многополюсные компоненты, на основе методологии математического моделирования.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных методов исследования стационарных и переходных процессов нелинейных электрических цепей и цепей с дискретными сигналами.

2. Формирование знаний общих положений математического моделирования, правил формирования операторных математических моделей электронных цепей, методов анализа электронных цепей, основанных на алгебраических и топологических моделях.

3. Формирование умений и навыков использования компьютерных технологий математических и инженерных вычислений для анализа, расчета и оптимизации электронных цепей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.02.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 80839

ПК-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	ПК-1.1. Знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает схемы замещения и математические модели элементов электроники, например, биполярных и полевых транзисторов, выпрямительных и импульсных диодов, цифровых и аналоговых микросхем, магнитных элементов и других компонентов электронных схем. Знает математические модели многополюсных электронных компонентов. Знает средства имитационного моделирования электромагнитных процессов приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, например, Asimec, Ltspice, Matlab.
	ПК-1.2. Умеет 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	Умеет строить физические модели отдельных элементов электроники: биполярного и полевого транзистора, диода, цифровых и аналоговых микросхем и других элементов и компонентов. Умеет строить физические модели сложных элементов электроники, например, выпрямителей, сглаживающих фильтров, автономных инверторов. Умеет строить математические модели (систему уравнений) отдельных и сложных элементов электроники. Умеет применять средства имитационного моделирования электромагнитных процессов для приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, например, Asimec, Ltspice, Matlab
	ПК-1.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования	Владеет навыками построения физических моделей отдельных элементов электроники, например, биполярного и полевого транзистора, диода, цифровых и аналоговых микросхем. Владеет навыками построения математических моделей сложных элементов электроники, например, выпрямителей, сглаживающих фильтров, автономных инверторов. Владеет навыками построения математических моделей основных функциональных узлов энергетической электроники. Владеет навыками применять средства имитационного моделирования электромагнитных процессов для приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, например, Asimec, Ltspice, Matlab.

Согласована на портале № 80839

ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает современные электронные компоненты, их принцип действия, основные характеристики и параметры. Знает принципы совместимости электронных компонентов при составлении электронных схем. Знает принципы 3D-моделирования блоков электронных приборов.
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик транзисторов, диодов, резисторов и магнитных элементов электронных устройств.
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками составления схем электрических структурных, функциональных и принципиальных. Владеет навыками составления монтажных схем, на которых указывается геометрическое расположение отдельных узлов электронной техники и связь между ними.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	24	12	12
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	20	10	10
Контрольные работы	4	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, всего	323	164	159
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	269	124	145
Подготовка к контрольной работе	54	40	14
Подготовка и сдача зачета	4	4	
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость (в часах)	360	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	10	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 80839

5 семестр					
1 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	2	3	58	63	ПК-1, ПК-3
2 Математическое описание электронных схем.		7	106	113	ПК-1, ПК-3
Итого за семестр	2	10	164	176	
6 семестр					
3 Схемные функции и их анализ.	2	1	44	47	ПК-1, ПК-3
4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.		6	73	79	ПК-1, ПК-3
5 Анализ электронных схем во временной области.		3	42	45	ПК-1, ПК-3
Итого за семестр	2	10	159	171	
Итого	4	20	323	347	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	3	ПК-1, ПК-3
	Итого	3	
2 Математическое описание электронных схем.	Задачи проектирования электронных схем. Топологические модели электронных схем. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования.	7	ПК-1, ПК-3
	Итого	7	
	Итого за семестр	10	
6 семестр			
3 Схемные функции и их анализ.	Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.	1	ПК-1, ПК-3
	Итого	1	
4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.	Определение схемных функций по матрично-векторным параметрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.	6	ПК-1, ПК-3
	Итого	6	

Согласована на портале № 80839

5 Анализ электронных схем во временной области.	Математическое описание электронных схем в базисе переменных состояния. Реализация математических моделей в базисе переменных состояния.	3	ПК-1, ПК-3
	Итого	3	
Итого за семестр		10	
Итого		20	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-1, ПК-3
Итого за семестр		2	
6 семестр			
2	Контрольная работа	2	ПК-1, ПК-3
Итого за семестр		2	
Итого		4	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	44	ПК-1, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	14	ПК-1, ПК-3	Контрольная работа
	Итого	58		

Согласована на портале № 80839

2 Математическое описание электронных схем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	80	ПК-1, ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	26	ПК-1, ПК-3	Контрольная работа
	Итого	106		
Итого за семестр		164		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
6 семестр				
3 Схемные функции и их анализ.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	30	ПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	14	ПК-1, ПК-3	Контрольная работа
	Итого	44		
4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	73	ПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Итого	73		
5 Анализ электронных схем во временной области.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	42	ПК-1, ПК-3	Тестирование, Экзамен
	Итого	42		
Итого за семестр		159		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		336		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование, Экзамен
ПК-3	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 80839

7.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск: Эль Контент, 2013. - 158 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/.

7.2. Дополнительная литература

1. Компьютерное моделирование и проектирование: Учебное пособие / Ю.Р. Саликаев. - 2012. 94 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/.
2. Лекции по аналоговым электронным устройствам: Учебное пособие / Л.И. Шарыгина. - 2017. 149 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н. С. Методы исследования электронных цепей : методические указания по выполнению контрольной работы и организации самостоятельной работы для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Н. С. Легостаев. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2021. – 46 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/.
2. Легостаев Н. С. Методы анализа и расчета электронных схем. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Легостаев Н. С., Михальченко С. Г. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем [Электронный ресурс]: электронный курс / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2013. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Согласована на портале № 80839

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Согласована на портале № 80839

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	ПК-1, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Математическое описание электронных схем.	ПК-1, ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Схемные функции и их анализ.	ПК-1, ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.	ПК-1, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Анализ электронных схем во временной области.	ПК-1, ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 80839

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Определите электрические цепи в которых могут возникать переходные процессы.
   а) цепи с чисто активными сопротивлениями;
   б) цепи, содержащие индуктивности или емкости, или индуктивности и емкости;
   в) цепи без накопителей энергии электрического поля;
   г) цепи без накопителей энергии магнитного поля.
2. Определите положение которое отвечает первому закону коммутации.
   а) напряжение на емкости в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией;
   б) ток в индуктивности в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и

Согласована на портале № 80839

непосредственно перед коммутацией;
в) ток емкости в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией;
г) напряжение индуктивности в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией.

3. Определите положение которое отвечает второму закону коммутации.
а) напряжение на емкости в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией;
б) ток в индуктивности в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией;
в) ток емкости в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией;
г) напряжение индуктивности в момент коммутации сохраняет такое же значение, как и непосредственно перед коммутацией.
4. Определите переходный процесс который следует ожидать в линейной неразветвленной цепи типа R-L-C, если корни характеристического уравнения комплексно сопряженные.
а) апериодический переходный процесс;
б) колебательный переходный процесс;
в) затухающий и не колебательный переходный процесс;
г) критический (граничный) переходный процесс.
5. Определите определение которое соответствует коэффициенту искажения синусоидальности тока.
а) величина, равная отношению действующего значения первой гармоники тока произвольной формы к действующему значению тока;
б) величина, равная отношению среднеквадратичного значения всех высших гармоник периодического тока к среднеквадратичному значению тока основной частоты;
в) величина, равная отношению действующего значения переменной составляющей пульсирующего тока к постоянной составляющей пульсирующего тока;
г) величина, равная отношению амплитуды гармонической составляющей пульсирующего тока первого порядка к среднему значению пульсирующего тока.
6. Сколько уравнений по первому и второму законам Кирхгофа нужно составить для электронной цепи, имеющей «N» узлов и «M» ветвей:
а) N уравнений по первому закону Кирхгофа и M уравнений по второму закону Кирхгофа;
б) M уравнений по первому закону Кирхгофа и N уравнений по второму закону Кирхгофа;
в) (N-1) уравнений по первому закону Кирхгофа и (M-N+1) уравнений по второму закону Кирхгофа;
г) (N-1) уравнений по первому закону Кирхгофа и (M-1) уравнений по второму закону Кирхгофа.
7. Какое требование, предъявляемое к математическим моделям, является требованием адекватности:
а) возможность определить в реальных условиях численные значения всех исходных данных, необходимых для реализации модели;
б) возможность достаточно просто реализовать модель современными средствами исследования;
в) способность модели отражать заданные свойства моделируемого объекта с требуемой точностью;
г) возможность обеспечить устойчивость математической модели относительно погрешностей в исходных данных.
8. Какой контур является главным:
а) контур, которому инцидентно только одно ребро дерева графа;
б) контур, которому инцидентна только одна хорда;
в) контур, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда;
г) контур, которому инцидентны только у-ребра.
9. Какое сечение является главным:
а) сечение, которому инцидентно только одно дерево графа;

Согласована на портале № 80839

б) сечение, которому инцидентна только одна хорда;
в) сечение, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда;
г) сечение, которому инцидентны только у-ребра.

10. Укажите особенность неопределенной матрицы проводимостей.
а) сумма всех элементов в каждой строке тождественно равна нулю;
б) сумма всех элементов в каждом столбце тождественно равна нулю;
в) сумма всех элементов в каждой строке и в каждом столбце тождественно равна нулю;
г) сумма всех диагональных элементов тождественно равна нулю.
11. В чем состоит принципиальное отличие нелинейных цепей от линейных:
а) к нелинейным цепям принцип наложения применяется, а к линейным не применяется;
б) к нелинейным цепям принцип инвариантности применяется, а к линейным не применяется;
в) к нелинейным цепям принцип наложения не применяется, а к линейным применяется;
г) к нелинейным цепям принцип суперпозиции применяется, а к линейным не применяется.
12. Какой метод исследования электронных цепей менее всего пригоден к автоматизации:
а) метод эквивалентных схем в матричной форме;
б) обобщенный матричный метод;
в) метод сигнальных графов;
г) метод структурных чисел.
13. Что отражают первичные внутренние параметры электронной цепи:
а) конструктивно-технологические и электрофизические свойства компонентов электронной цепи;
б) соотношения между токами и напряжениями на полюсах компонентов электронной цепи;
в) условия, в которых функционирует электронная цепь;
г) количественные значения энергетических показателей электронной цепи.
14. Что представляет собой матрица инцидентностей:
а) матрицу, строки которой соответствуют сечениям, а столбцы ребрам графа;
б) матрицу, строки которой соответствуют контурам, а столбцы ребрам графа;
в) матрицу, строки которой соответствуют вершинам, а столбцы ребрам графа;
г) матрицу главных сечений для хорд полюсного графа.
15. Какое определение является определением «участок электронной цепи»:
а) участок электрической цепи, вдоль которого протекает один и тот же электрический ток;
б) часть электрической цепи, содержащая выделенную совокупность ее элементов;
в) часть электронной цепи с двумя выделенными выводами;
г) место соединения ветвей электронной цепи.
16. Какая замена переменных обеспечивает переход от операторной формы представления схемной функции к ее амплитудно-фазовой частотной характеристике:
а) p=w;
б) p=jw;
в) p=-jw;
г) p=-w.
17. Какой метод формирования матрично-векторных параметров узловых уравнений основан на использовании неопределенных матриц многополюсных компонентов:
а) метод эквивалентных схем в матричной форме;
б) обобщенный матричный метод;
в) метод сигнальных графов;
г) метод компонентных цепей.
18. Какую размерность имеет матрица управляющих параметров источников тока, управляемых током, при формировании системы координатных уравнений для координат в СГКБ:
а) размерность z-ветвей * y-ветвей;
б) размерность y-ветвей * z-ветвей;
в) размерность y-ветвей * y-ветвей;
г) размерность z-ветвей * z-ветвей.

Согласована на портале № 80839

19. Какой шифр схемы, входящей в состав конструкторской документации изделия, является шифром схемы электрической принципиальной:
    а) Э1;
    б) Э2;
    в) Э3;
    г) Э4.
20. Какое определение является определением схемы функциональной:
    а) схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначения и взаимосвязи;
    б) схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия;
    в) схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними;
    г) схема, показывающая внешние подключения изделия.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Какой тип зависимого источника отвечает требованию формирования матрично-векторных параметров контурных уравнений методом эквивалентных схем:
   а) источник тока, управляемый током;
   б) источник тока, управляемый напряжением;
   в) источник напряжения, управляемый током;
   г) источник напряжения, управляемый напряжением.
2. Какие величины линейной эквивалентной схемы биполярного транзистора в системе Z-параметров являются основными:
   а) приращения входного и выходного токов;
   б) приращения входного и выходного напряжений;
   в) входное сопротивление и сопротивление прямой передачи;
   г) сопротивление обратной связи и выходное сопротивление.
3. Какой тип зависимого источника отвечает требованию формирования матрично-векторных параметров узловых уравнений методом эквивалентных схем:
   а) источник тока, управляемый током;
   б) источник тока, управляемый напряжением;
   в) источник напряжения, управляемый током;
   г) источник напряжения, управляемый напряжением.
4. Какое название у матрицы сумма всех элементов в каждой строке и каждом столбце которой тождественно равна нулю:
   а) сокращенная структурная матрица;
   б) неопределенная матрица;
   в) транспонированная матрица главных сечений;
   г) топологическая матрица инцидентностей.
5. Какие электрические величины образуют координатный базис при описании электронных цепей:
   а) токи и напряжения всех ветвей электронной цепи;
   б) узловые напряжения всех центральных сечений;
   в) токи индуктивных компонентов электронной цепи;
   г) напряжения емкостных компонентов электронной цепи.
6. Какие величины линейной эквивалентной схемы биполярного транзистора в системе Y-параметров являются основными:
   а) приращения входного и выходного токов;
   б) приращения входного и выходного напряжений;
   в) входная проводимость и проводимость прямой передачи;
   г) проводимость обратной связи и выходная проводимость.
7. Какой контур является вырожденным:
   а) контур, которому инцидентны только z-ребра;
   б) контур, которому инцидентны только y-ребра;
   в) контур, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда;

Согласована на портале № 80839

г) контур, которому инцидентны только взаимно-определенные ребра.

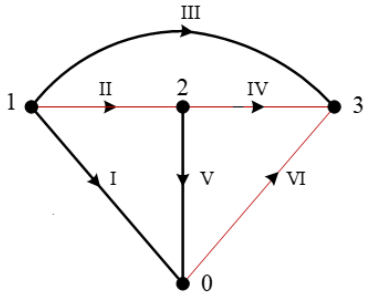
8. Какое сечение является вырожденным:
   а) сечение, которому инцидентны только y-ребра;
   б) сечение, которому инцидентны только z-ребра;
   в) сечение, которому инцидентны только взаимно-определенные ребра;
   г) сечение, которому инцидентны только хорды.
9. Какая пара элементов электронной цепи не является дуальной:
   а) узловое напряжение и контурный ток;
   б) матрица проводимостей и матрица сопротивлений;
   в) индуктивность и ток;
   г) проводимость и сопротивление.
10. Что определяет численное значение индекса a в формулах связи схемных функций с укороченной матрицей сопротивлений:
    а) номер входного цикла, направление которого совпадает с направлением источника входной э.д.с.;
    б) номер входного цикла, направленного против источника входной э.д.с.;
    в) номер входного сечения, направление которого совпадает с направлением входного тока;
    г) номер входного сечения, направленного против входного тока.

9.1.3. Перечень вопросов для зачета

Приведены примеры типовых заданий из банка контрольных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Какой метод исследования электронных цепей более всего пригоден к автоматизации?
   а) метод эквивалентных схем в матричной форме;
   б) обобщенный матричный метод;
   в) метод сигнальных графов;
   г) метод комплексных амплитуд.
2. Какое определение является определением источника электрического напряжения?
   а) источник электрической энергии, характеризующийся электродвижущей силой и внутренним электрическим сопротивлением;
   б) источник электрической энергии, характеризующийся электрическим током в нем и внутренней проводимостью;
   в) источник электрического напряжения, электрическое напряжение на зажимах которого зависит от электрического тока или электрического напряжения в некотором участке цепи;
   г) источник электрического тока, в котором электрический ток зависит от электрического тока или электрического напряжения в некотором участке цепи.
3. Какая матрица является укороченной матрицей проводимостей?
   а) матрица, составленная без учета проводимости источника сигнала;
   б) матрица, составленная без учета проводимости нагрузки;
   в) матрица, составленная без учета проводимости источника сигнала и нагрузки;
   г) матрица, составленная без учета управляющих параметров зависимых источников тока.
4. Что определяет численное значение индекса b в формулах связи схемных функций с укороченной матрицей сопротивлений:
   а) номер выходного цикла;
   б) номер входного цикла;
   в) номер входного сечения;
   г) номер выходного сечения.
5. Какой контур главным контуром не является?

Согласована на портале № 80839



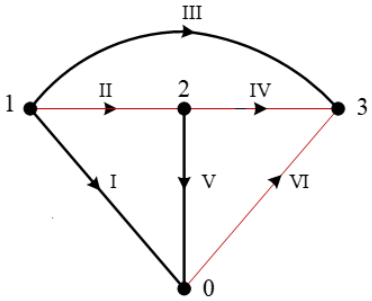
а) контур, образованный ребрами I, II, V;
б) контур, образованный ребрами I, III, IV, V;
в) контур, образованный ребрами IV, V, VI;
г) контур, образованный ребрами I, III, VI.

6. Какое правило используется для вычисления алгебраического дополнения вида $\Delta_{aa,bb}$ в формулах связи схемных функций с укороченной матрицей проводимостей?
а) вычеркиваются строка a и столбец b;
б) вычеркиваются строка a и столбец b, затем результат умножается на (-1) в степени (a+b);
в) вычеркиваются строка a и столбец a, строка b и столбец b;
г) вычеркиваются строка a и столбец a, строка b и столбец b, затем результат умножается на (-1) в степени (a+b).
7. В каком элементе неопределенной матрицы проводимостей полевого транзистора допущена ошибка?

$$Y_{ПТ} = \begin{array}{c} \\ з \\ с \\ и \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} з & с & и \end{array} \\ \begin{bmatrix} pC_{зи} + pC_{зс} & -pC_{зс} & -pC_{зи} \\ -pC_{зс} + S & pC_{зс} + G_{си} & -G_{си} \\ -\left(pC_{зи} + S\right) & -G_{си} & G_{си} + pC_{зи} + S \end{bmatrix} \end{array}$$

а) в элементе, лежащем на пересечении первой строки и второго столбца;
б) в элементе, лежащем на пересечении первой строки и третьего столбца;
в) в элементе, лежащем на пересечении второй строки и третьего столбца;
г) в элементе, лежащем на пересечении третьей строки и второго столбца.

8. Какое сечение главным сечением не является?



а) сечение, которому инцидентны ребра I, II, III;
б) сечение, которому инцидентны ребра II, IV, V;
в) сечение, которому инцидентны ребра III, IV, VI;
г) сечение, которому инцидентны ребра I, II, IV, VI.

9. В каком элементе неопределенной матрицы сопротивлений биполярного транзистора допущена ошибка?

Согласована на портале № 80839

$$Z_{БТ} = \begin{array}{c} \\ \text{э-б} \\ \text{к-э} \\ \text{б-к} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} \text{э-б} & \text{к-э} & \text{б-к} \end{array} \\ \begin{bmatrix} r_э + r_б & -r_э & -r_б \\ r_m - r_э & r_э + r_к & -r_к \\ -(r_m + r_б) & r_m - r_к & r_к + r_б \end{bmatrix} \end{array}$$

а) в элементе, лежащем на пересечении первой строки и второго столбца;
б) в элементе, лежащем на пересечении второй строки и второго столбца;
в) в элементе, лежащем на пересечении третьей строки и второго столбца;
г) в элементе, лежащем на пересечении третьей строки и третьего столбца.

10. В чем состоит принципиальное отличие нелинейных цепей от линейных?
а) к нелинейным цепям принцип наложения применяется, а к линейным не применяется;
б) к нелинейным цепям принцип инвариантности применяется, а к линейным не применяется;
в) к нелинейным цепям принцип наложения не применяется, а к линейным применяется;
г) к нелинейным цепям принцип суперпозиции применяется, а к линейным не применяется.

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

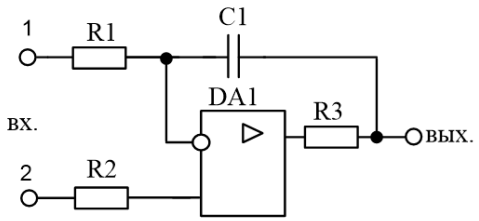
Методы исследования электронных цепей
Контрольная работа с автоматизированной проверкой.

1. Что характеризуют внешние параметры электронных цепей?
а) конструктивно-технологические и электрофизические свойства компонентов;
б) соотношения между токами и напряжениями на полюсах компонентов цепи;
в) условия функционирования технического объекта;
г) количественные значения технико-экономических показателей, определяемых функциональным назначением технического объекта как целостной системы.
2. Что представляют собой фазовые переменные электронной цепи?
а) электрические параметры материалов электронной техники;
б) электромагнитные величины, характеризующие состояния цепи;
в) отношения электромагнитных величин друг к другу;
г) параметры входных воздействий.
3. Какие электронные цепи обладают свойством инвариантности отношений реакции к воздействию к операциям интегрирования и дифференцирования?
а) линейные;
б) линейные параметрические;
в) нелинейные;
г) нелинейные параметрические.
4. Какие сечения полюсного графа являются независимыми?
а) все центральные сечения;
б) только главные сечения;
в) сечения, обеспечивающие независимость уравнений по закону Кирхгофа для токов;
г) сечения, инцидентные хордам графа.
5. Какие уравнения относятся к координатным уравнениям для координат?
а) уравнения составлены для сечений и циклов, переменными являются токи и напряжения ветвей;
б) уравнения составлены для ветвей, переменными являются узловые напряжения и контурные токи;
в) уравнения составлены для сечений, переменными являются узловые напряжения;
г) уравнения составлены для сечений, циклов и ветвей, переменными являются токи и напряжения ветвей.
6. Как отображаются в матрице эквивалентных проводимостей управляющие проводимости источников тока, управляемых напряжением?
а) номера строк определяются номерами узлов подключения зависимых источников;
б) номера строк определяются номерами узлов, между которыми действуют

Согласована на портале № 80839

управляющие напряжения;
в) номера столбцов определяются номерами узлов подключения зависимых источников;
г) номера столбцов определяются номерами дуг источников тока, управляемых напряжением.

7. Какой тип тестового воздействия используют при определении переходной характеристики?
   а) единичное импульсное воздействие;
   б) гармоническое воздействие;
   в) единичное ступенчатое воздействие;
   г) периодическая последовательность прямоугольных импульсов.
8. Укажите действие, направленное на формирование схемы замещения интегратора по переменному току для рабочего диапазона частот.



   а) разомкнуть ветвь с конденсатором С1;
   б) представить конденсатор С1 операторной схемой замещения;
   в) подключить ветвь источника сигнала между узлом 1 и общей точкой схемы;
   г) подключить ветвь источника сигнала между узлом 2 и общей точкой схемы.
9. Какое значение имеет алгебраическое дополнение Δ_{33} укороченной матрицы проводимостей?

$$Y^* = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

   а) плюс 1;
   б) минус 1;
   в) плюс 2;
   г) минус 3.
10. В чем состоит принципиальное отличие нелинейных цепей от линейных?
    а) к нелинейным цепям принцип наложения применяется, а к линейным не применяется;
    б) к нелинейным цепям принцип инвариантности применяется, а к линейным не применяется;
    в) к нелинейным цепям принцип наложения не применяется, а к линейным применяется;
    г) к нелинейным цепям принцип суперпозиции применяется, а к линейным не применяется.

Контрольная работа «Определение выражений схемных функций методом эквивалентных схем в матричной форме в узловом базисе»
Задание:
1) формирование для электронной цепи схемы замещения по переменному току для полного диапазона частот;
2) формирование математической модели электронной цепи методом эквивалентных схем в матричной форме в узловом координатном базисе;
3) определение по сформированной математической модели выражений для заданных схемных функций.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Согласована на портале № 80839

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

Согласована на портале № 80839

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 80839

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 24 от « 8 » 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ТЭО	А.В. Гураков	Согласовано, 4bfa5749-993c-4879-adcf-c25c69321c91
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Разработано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092-902a-95591a9d4047

Согласована на портале № 80839