**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Методы анализа и расчета электронных схем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 28 | 28 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 62 | 62 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 46 | 46 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 23323

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 49 от « 5 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
профессор каф. ПрЭ _____ Н. С. Легостаев

Заведующий обеспечивающей каф.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.
ПрЭ _____ С. Г. Михальченко

Эксперты:

доцент каф. ФЭ _____ И. А. Чистоедова

доцент кафедра ПрЭ _____ Д. О. Пахмурин

Согласована на портале № 23323

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании знаний, умений и навыков теоретического исследования электронных устройств на основе методологии математического моделирования. Предметом дисциплины являются формализованные методы математического описания, расчета, анализа и оптимизации электронных цепей, содержащих активные многополюсные компоненты.

### 1.2. Задачи дисциплины

– приобретение студентами знаний общих положений математического моделирования, правил формирования операторных математических моделей электронных схем, методов анализа и расчета электронных цепей, основанных на алгебраических и топологических моделях;

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы анализа и расчета электронных схем» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая электроника, Инженерные расчеты в Matcad, Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: Энергетическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-1 способностью 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-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные модели компонентов электронных схем различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники; основные законы и методы анализа электронных схем.

– **уметь** применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных схем и устройств различного функционального назначения; строить физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования.

– **владеть** методами схемотехнического проектирования электронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|

Согласована на портале № 23323

| | | 7 семестр |
|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 62 | 62 |
| Лекции | 28 | 28 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 46 | 46 |
| Подготовка к контрольным работам | 22 | 22 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Подготовка к лабораторным работам | 12 | 12 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лекции, ч | Практические занятия, ч | Лабораторные работы, ч | Самостоятельная работа, ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | | | |
| 1 Общие положения анализа, расчета и оптимизации электронных схем. | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | ПК-1 |
| 2 Математическое описание электронных схем. | 10 | 6 | 0 | 24 | 40 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| 3 Схемные функции и их анализ. | 4 | 2 | 0 | 4 | 10 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| 4 Анализ электронных схем операторными методами. | 4 | 10 | 16 | 18 | 48 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| 5 Анализ электронных схем во временной области. | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| Итого за семестр | 28 | 18 | 16 | 46 | 108 | |
| Итого | 28 | 18 | 16 | 46 | 108 | |

Согласована на портале № 23323

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 1 Общие положения анализа, расчета и оптимизации электронных схем. | Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математическое описание электронных схем. | Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод. | 10 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 10 | |
| 3 Схемные функции и их анализ. | Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры. | 4 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Анализ электронных схем операторными методами. | Определение схемных функций по матрично-векторным параметрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов. | 4 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Анализ электронных схем во временной области. | Математическое описание электронных схем в базисе переменных состояния. Реализация математических моделей в базисе переменных состояния. | 6 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 23323

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Аналоговая электроника | | + | + | + | + |
| 2 Инженерные расчеты в Matcad | | | + | + | + |
| 3 Основы преобразовательной техники | | + | + | + | + |
| 4 Схемотехника | | + | | | |
| 5 Твердотельная электроника | | + | | | |
| 6 Теоретические основы электротехники | | | | + | + |
| 7 Теория автоматического управления | | | + | | |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Энергетическая электроника | | + | + | + | + |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
| ОПК-3 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест |

Согласована на портале № 23323

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест |
| ПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 4 Анализ электронных схем операторными методами. | Формирование и реализация операторной матричной математической модели линейной электронной схемы в однородном координатном базисе. | 8 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Формирование и реализация операторной матричной математической модели линейной электронной схемы в сокращенном гибридном координатном базисе. | 8 | |
| | Итого | 16 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 2 Математическое | Топологические модели электронных схем непре- | 2 | ОПК-3, |

Согласована на портале № 23323

| | | | |
|---|---|---|---|
| описание электронных схем. | рывного действия. | | ПК-1, ПК-5 |
| | Формирование полюсного графа электронной цепи, выбор системы главных сечений и главных контуров. | 4 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Схемные функции и их анализ. | Формирование системы координатных уравнений для координат в матричной форме в сокращенном гибридном координатном базисе. | 2 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Анализ электронных схем операторными методами. | Определение выражений схемных функций методом эквивалентных схем в матричной форме. | 2 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 |
| | Определение выражений схемных функций обобщенным матричным методом. | 2 | |
| | Определение выражений схемных функций по сигнальному U-графу Мэзона. | 2 | |
| | Определение выражений схемных функций по обобщенному сигнальному U-графу. | 4 | |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| 2 Математическое описание электронных схем. | Подготовка к лабораторным работам | 12 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 12 | | |
| | Итого | 24 | | |
| 3 Схемные функции и их анализ. | Подготовка к контрольным работам | 4 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Анализ электронных схем операторными методами. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | ОПК-3, ПК-1, ПК-5 | Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 46 | | |
| | Подготовка и сдача экза- | 36 | | Экзамен |

Согласована на портале № 23323

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | мена | | | |
| Итого | | 82 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| Контрольная работа | 10 | 15 | 15 | 40 |
| Отчет по лабораторной работе | | 15 | 15 | 30 |
| Итого максимум за период | 10 | 30 | 30 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 10 | 40 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 23323

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Учебное пособие «Методы анализа и расчета электронных схем»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С. - 2014. 230 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4281, дата обращения: 12.04.2018.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем : учеб. пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радио-электроники, 2006. – 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
2. Компьютерное моделирование и проектирование: Учебное пособие / Саликаев Ю. Р. - 2012. 94 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2548, дата обращения: 12.04.2018.

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 «Промышленная электроника» / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов; Федеральное агентство по образованию, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. – Томск: ТУСУР, 2006. – 215 с.: ил. (для практических занятий стр. 19-37; выполнения лабораторных работ стр. 19-50, 124-134; самостоятельной работы стр. 134-189) (наличие в библиотеке ТУСУР - 85 экз.)

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования [Электронный ресурс] - Режим доступа: www.elibrary.ru, дата обращения: 11.04.2018.
2. Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Режим доступа https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh, дата обращения 11.04.2018.

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 23323

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Вычислительная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– PTC Mathcad13, 14
– Windows XP Pro

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ASIMEC
– PTC Mathcad13, 14
– Windows XP Pro

**13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

Согласована на портале № 23323

- Google Chrome.

### 13.2. 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 зрениями** 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

Тесты "Выбрать правильные ответы"

1. Создание описания еще не существующего технического объекта на основе требований к выходным параметрам при заданных внешних параметрах - это

Синтез

Структурный синтез

Параметрический синтез

Анализ

2. Определение значений внутренних параметров электронной схемы на основе требований к выходным параметрам при заданных внешних параметрах - это

Синтез

Структурный синтез

Параметрический синтез

Расчет

3. При каком количестве ребер графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число вершин 4, а число компонентов n=1.

4

5

6

8

4. При каком количестве вершин графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число ребер 8, а число компонентов n=1.

4

5

6

8

5. Определить число независимых элементов неопределенной матрицы сопротивлений многополюсного компонента, имеющей четвертый порядок.

7

Согласована на портале № 23323

8
9
10

6. Способность математической модели отражать заданные свойства моделируемого объекта с требуемой точностью – это

Адекватность
Уиверсальность
Экономичность
Робастность

7. Определите схемную функцию Yпер в [См], если проводимость нагрузки 0,01 См, а коэффициент передачи напряжения 1000.

10
100
1000
10000

8. Определите схемную функцию Zпер в [кОм], если входное сопротивление 10000 Ом, а коэффициент передачи напряжения 10.

10
100
1000
10000

9. Поиск структуры электронной схемы, обеспечивающей наилучшие в заданном смысле значения выходных параметров при заданных внешних параметрах – это

Структурный синтез
Параметрический синтез
Структурная оптимизация
Синтез

10. Система независимых сечений - это

Совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по второму закону Кирхгофа.

Совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому закону Кирхгофа.

Совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому и второму законам Кирхгофа.

Совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по закону Ома.

11. Главное сечение - это

Сечение, которому инцидентно только одно ребро дерева графа.

Сечение, которому инцидентна только одна хорда.

Сечение, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда.

Сечение, которому инцидентны только у-ребра.

12. Система независимых циклов - это

Совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по второму закону Кирхгофа.

Совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому закону Кирхгофа.

Совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому и второму законам Кирхгофа.

Совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по закону Ома.

13. Главный контур - это

Простой цикл, которому инцидентно только одно ребро дерева графа.

Простой цикл, которому инцидентна только одна хорда.

Простой цикл, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда.

Согласована на портале № 23323

Простой цикл, которому инцидентны только у-ребра.

14. Элемент матрицы независимых контуров равен +1, если

Ребро инцидентно циклу и направлено с ним противоположно.

Ребро инцидентно циклу и направлено с ним согласно.

Ребро инцидентно сечению и направлено с ним согласно.

Ребро инцидентно сечению и направлено с ним противоположно.

15. Особый цикл - это

Цикл, образованный только ребрами задающих источников напряжения.

Цикл, образованный только ребрами емкостей.

Цикл, образованный только ребрами задающих источников напряжения и ребрами емкостей.

Цикл, образованный только ребрами задающих источников тока и ребрами индуктивностей.

16. Особое сечение - это

Сечение, образованное только ребрами задающих источников тока.

Сечение, образованное только ребрами индуктивностей.

Сечение, образованное только ребрами задающих источников тока и ребрами индуктивностей.

Сечение, образованное только ребрами задающих источников напряжения и ребрами емкостей.

17. В неопределенной матрице проводимостей N-полюсного компонента

Сумма всех элементов в каждой строке тождественно равна нулю.

Сумма всех элементов в каждом столбце тождественно равна нулю.

Сумма всех элементов в каждой строке и каждом столбце тождественно равна нулю.

Сумма всех диагональных элементов тождественно равна нулю.

18. В особенной (неопределенной) матрице сопротивлений N-полюсного компонента

Сумма всех элементов в каждой строке тождественно равна нулю.

Сумма всех элементов в каждом столбце тождественно равна нулю.

Сумма всех элементов в каждой строке и каждом столбце тождественно равна нулю.

Сумма всех диагональных элементов тождественно равна нулю.

19 Взаимно определенное ребро - это

Ребро, компонентное уравнение которого выражает ток.

Ребро, компонентное уравнение которого выражает напряжение.

Ребро, компонентное уравнение которого записывается как для тока, так и для напряжения.

Ребро, содержащее зависимый источник напряжения управляемый напряжением.

20. Гибридный сигнальный граф - это

Граф, переменными системы уравнений для которого являются как токи , так и напряжения.

Граф, искомыми переменными системы уравнений для которого являются узловые потенциалы, а задающими переменными являются токи.

Граф, искомыми переменными системы уравнений для которого являются контурные токи, а задающими переменными являются ЭДС.

Граф, искомыми переменными системы уравнений для которого являются узловые потенциалы, а задающими переменными являются ЭДС..

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

Согласована на портале № 23323

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

### 14.1.4. Темы контрольных работ

Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

### 14.1.5. Вопросы на собеседование

– Классификация топологических моделей электронных схем непрерывного действия

– Алгоритм формирования полюсного графа электронной цепи, выбор системы главных сечений и главных контуров

– Формирование системы координатных уравнений для координат в матричной форме в сокращенном гибридном координатном базисе

– Правила формирования матриц методом эквивалентных схем в матричной форме в однородном координатном базисе

– Правила формирования матриц обобщенным матричным методом в однородном координатном базисе

– Определение выражений схемных функций по сигнальному U-графу Мэзона

– Определение выражений схемных функций по обобщенному сигнальному U-графу

– Формирование уравнений состояния линейных электронных схем

### 14.1.6. Темы докладов

Формирование топологических уравнений в полном координатном базисе.

Формирование топологических уравнений в расширенном координатном базисе.

Компонентные уравнения.

Координатные уравнения для ветвей (КВ-уравнения).

Согласована на портале № 23323

Координатные уравнения для координат (КК-уравнения).

Координатные уравнения для координат в узлов базисе. Правила и порядок формирования матриц проводимостей электронных схем методом эквивалентных схем в матричной форме.

Координатные уравнения для координат в контурном базисе. Правила и порядок формирования матриц сопротивлений электронных схем методом эквивалентных схем в матричной форме.

Формы представления схемных функций.

Правила и порядок формирования сигнального U-графа Мэзона прямым способом.

Топологическая формула передачи сигнального графа.

Формирование математических моделей в базисе переменных состояния.

Расчет частотных характеристик методом переменных состояния.

Расчет переходных характеристик методом переменных состояния.

### 14.1.7. Вопросы на самоподготовку

Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод. Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры. Определение схемных функций по матрично-векторным параметрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов. Математическое описание электронных схем в базисе переменных состояния. Реализация математических моделей в базисе переменных состояния.

### 14.1.8. Темы контрольных работ

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

### 14.1.9. Темы лабораторных работ

Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

### 14.1.10. Темы самостоятельных работ

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические модели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Определение схемных функций по матрично-векторным пара-метрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.

– Классификация электронных схем по математическому описанию. Топологические мо-

Согласована на портале № 23323

дели электронных схем: схемы замещения электронных цепей, полюсные графы, топологические матрицы и уравнения. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования. Понятие и виды координатного базиса. Методы формирования узловых и контурных уравнений: метод эквивалентных схем в матричной форме, обобщенный матричный метод.

– Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.

### 14.1.11. Методические рекомендации

Для получения четких представлений о сущности и особенностях моделирования электронных схем необходимо усвоить понятие математической модели и основные требования, предъявляемые к моделям. Важно знать специфику этапов математического моделирования, основные методы реализации моделей и их возможности. С целью систематизированного применения методологии математического моделирования необходимо знать и уметь использовать классификацию математических моделей. Для уяснения практической значимости математического моделирования также следует знать основные виды задач, решаемых при проектировании технических объектов и классификацию их параметров.

Необходимо знать, что учет классификации электронных схем по математическому описанию обеспечивает повышение эффективности математического моделирования. Теоретической базой формирования математических моделей электронных схем являются правила построения топологических моделей, моделей электронных компонентов и приемы объединения указанных моделей в модели функциональные. Особое внимание следует обратить на матричные формы представления математических моделей. Важно твердо овладеть рациональными методами формирования математических моделей: методом эквивалентных схем и обобщенным матричным методом в однородных координатных базисах.

Определение схемных функций является основным этапом теоретического исследования линейных электронных схем. Поэтому необходимо знать виды схемных функций и в зависимости от поставленной задачи уметь выбирать наиболее пригодные формы их представления. Крайне важно владеть правилами перехода от схемных функций к частотным и временным характеристикам. Не менее важно знать связь между частотными и временными характеристиками.

Операторные методы являются наиболее эффективными методами анализа линейных электронных схем. Несмотря на принципиальные ограничения операторные методы применимы для исследования значительного количества классов электронных схем различного функционального назначения. Именно поэтому необходимо твердо овладеть аппаратом алгебраических и топологических операторных методов. Применительно к алгебраическим методам анализа рекомендуется приобрести навыки применения формул связи схемных функций с матрично-векторными параметрами алгебраических моделей. Для метода сигнальных графов следует уметь формировать графы непосредственно по схемам и применять топологические формулы определения выражений схемных функций.

Крайне важно овладеть классическим методом анализа электронных схем во временной области, поскольку этот метод является наиболее универсальным и позволяет проводить исследования как линейных, так и нелинейных, в том числе дискретных, электронных схем. Необходимо уметь распределять фазовые переменные моделируемых объектов на входные, выходные переменные и переменные состояния, а также выявлять топологически зависимые дифференциальные переменные. Для эффективного моделирования электронных схем во временной области следует приобрести навыки формализованного построения математических моделей в базисе переменных состояния в матричной форме. Реализация математических моделей в базисе переменных состояния требует навыков применения аналитических и численных методов интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

## 14.2. 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 14.

Согласована на портале № 23323

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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;
- 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 № 23323