

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники
Усков Г.К.



20.05.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 Теория графов и ее приложения**

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:

Программно-аппаратные средства информационных систем

3. Квалификация (степень) выпускника:

бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы: Кретов Павел Александрович

7. Рекомендована: НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2027/2028

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Целью дисциплины «Теория графов и ее приложения» является изучение основных понятий и свойств графов и их приложений в областях знаний, для которых теория графов является основным инструментом. Задачами дисциплины является освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, моделей и методов) в области матрично-топологического анализа систем, базирующегося на теории графов; изучение общих принципов автоматизированного формирования уравнений систем, освоение матрично-топологических методов общего назначения, формулируемых в терминах графов; приобретение практических умений и навыков в области схемотехнического анализа.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Теория графов и ее приложения» является вариативной дисциплиной обязательной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Изучение дисциплины проводится на базе общих курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Дискретная математика», «Вычислительная математика», «Электротехника, электроника и схемотехника». Освоение данной дисциплины необходимо для формирования умений и навыков проектно-конструкторской деятельности, а также для проведения студентами исследований, в которых теория графов является основным инструментом.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен принимать участие в разработке систем телекоммуникаций	ПК-6.2	Применяет на практике математический и физический аппарат при решении профессиональных задач в области систем телекоммуникаций	Строит граф для топологии модели предметной области.
				Знает основные алгоритмы на графах
				Разрабатывает и реализует программы с использованием графов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		6 семестр		...
Аудиторные занятия	42	42		
в том числе: лекции	28	28		
практические	14	14		
лабораторные	0	0		
Самостоятельная работа	66	66		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	36	36		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Основные понятия	Определение графа. Геометрическая интерпретация. Подграф. Направленный граф. Ненаправленный граф. Смешанный граф. Плоский граф. Изоморфные графы.

		Порядок графа. Степень вершины. Регулярный граф. Полный граф. Путь. Маршрут. Связный граф.
1.2	Контур и сечения графа	Контур. Ориентированный контур. Ячейка. Дуальный граф. Принцип дуальности. Сечение. Ориентированное сечение.
1.3	Деревья	Дерево и дополнение дерева. Виды деревьев.
1.4	Матрица инцидентий	Полная матрица инцидентий. Редуцированная матрица инцидентий. Ранг матрицы и линейно независимые столбцы. Матрично-топологическая формулировка законов Кирхгофа для токов. Независимые законы Кирхгофа для токов.
1.5	Матрица контуров	Полная матрица контуров. Матрично-топологическая формулировка законов Кирхгофа для напряжений. Базовая матрица контуров. Матрица главных контуров. Независимые уравнения Кирхгофа для напряжений.
1.6	Матрица сечений	Полная матрица сечений. Обобщенный закон Кирхгофа для токов в матричной форме. Базовая матрица сечений. Матрица главных сечений. Независимые уравнения Кирхгофа для токов сечений.
1.7	Связь между топологическими матрицами.	Соотношения ортогональности. Явная связь между топологическими матрицами.
1.8	Алгоритм нахождения дерева	Нахождение дерева графа путем сведения матрицы инцидентий к ступенчатой форме.
1.9	Построение топологических матриц	Получение матрицы главных сечений и матрицы главных контуров из матрицы инцидентий с помощью элементарных строчных матричных операций.
1.10	Матрично-топологическая формулировка узловых уравнений	Узловое преобразование напряжений. Базовый набор элементов и обобщенные ветви при узловом анализе. Вывод узловых уравнений. Матрица проводимостей и вектор эквивалентных узловых источников тока.
1.11	Прямое формирование узловых уравнений	Разреженные матрицы. Прямое формирование матрицы проводимостей и вектора эквивалентных узловых источников тока. Алгоритм машинного формирования узловых уравнений.
1.12	Расширенный узловой анализ	Преобразование независимых и управляемых источников. Идеальные источники тока и напряжения.
1.13	Нелинейный узловой анализ	Вывод нелинейных узловых уравнений. Решение нелинейных узловых уравнений методом Ньютона-Рафсона. Линеаризованные схемы замещения нелинейных элементов. Анализ нелинейных динамических схем узловым методом. Дискретные модели для нелинейных элементов.
1.14	Узловой анализ схем во временной области	Дискретные модели емкостей и индуктивностей при использовании неявного метода Эйлера и метода трапеций. Расширенный узловой анализ.
1.15	Метод контурных токов	Базовые элементы и обобщенные ветви при контурном анализе. Вывод контурных уравнений. Дуальная схема. Прямое формирование контурных уравнений.
1.16	Гибридный анализ	Формирование гибридных уравнений линейного многополюсника. Метод систематических исключений. Вырожденный случай: отсутствие гибридных уравнений.
1.17	Метод переменных состояния	Порядок сложности схем. Емкостные контуры и индуктивные сечения. Нормальное дерево. Выбор переменных состояния. Ограничения на рассматриваемые схемы. Уравнения переменных состояния в простейшем случае.
2. Практические занятия		
2.1	Основные понятия теории графов	Контур. Сечения. Деревья. Сечение.
2.2	Матрица инцидентий	Полная и редуцированная матрицы инцидентий. Законы Кирхгофа для токов в матричной форме.
2.3	Матрица контуров	Матрица главных контуров. Матрично-топологическая формулировка законов Кирхгофа для напряжений.
2.4	Матрица сечений	Матрица главных сечений. Матрично-топологическая формулировка обобщенных законов Кирхгофа для токов.
2.3	Машинное нахождение	Нахождение дерева графа. Алгоритм машинного

	дерева и построение топологических матриц	формирования матрицы главных сечений и матрицы главных контуров.
2.4	Формирование узловых уравнений	Прямое формирование матрицы проводимостей и вектора эквивалентных узловых источников.
2.5	Формирование контурных уравнений	Дуальный граф. Прямое формирование матрицы сопротивлений контуров и вектора эквивалентных источников э.д.с. контуров.
2.6	Формирование гибридных уравнений	Матрица характеристик элементов. Примеры формирования линейных гибридных уравнений.
2.7	Порядок сложности схем	Построение нормального дерева. Определение порядка сложности схем. Выбор переменных состояния.
3. Лабораторные работы		
3.1		

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные понятия теории графов	4	2		2	10
2	Матрично-топологическая формулировка законов Кирхгофа	4	2		8	18
3	Машинное нахождение дерева и построение топологических матриц	4	2		10	18
4	Узловой анализ схем в частотной и временной области	8	2		12	24
5	Метод контурных токов	2	2		6	10
6	Гибридный анализ	2	2		10	14
7	Метод переменных состояния	2	2		10	14
	Итого:	28	14		58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. Рекомендуется записывать не каждое слово лектора, а постараться записать его основную мысль, используя понятные сокращения.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка зачету.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Бобрешов А.М. Теория графов и её приложение для расчета электронных схем: учебное пособие / А.М.Бобрешов, Н.Н.Мымрикова, И.С.Коровченко; Воронеж. гос.ун-т. – Воронеж: ЛОП ВГУ, 2006. – 47с.
2.	Чуа Л.О. Машинный анализ электронных схем / Л.О.Чуа, Лин Пен Мин -- М.: Энергия, 1980. – 512 с.
3.	Влах И. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем / И.Влах, К.Сингхал. -- М.: Радио и связь, 1984. – 368 с.
4.	Оре, Ойстин. Теория графов / О. Оре ; Пер. с англ. И. Н. Врублевской; Под ред. Н. Н. Воробьева . — 2-е изд., стереотип. — М. : Наука, 1980 .— 336 с. : ил.
5.	Оре, Ойстин. Графы и их применение / О. Оре ; Пер. с англ. Л. И. Головиной; Под ред. И. М. Яглома .— Новокузнецк : Новокузнец. физ.-мат. ин-т, 2000 .— 173, [1] с. : ил. — (Шедевры мировой физико-математической литературы) .— ISBN 5-80323-331-5 : 72.45.
6.	Дистель, Рейнгард. Теория графов / Рейнгард Дистель ; пер. с англ. О. В. Бородина .— Новосибирск : Изд-во Ин-та математики, 2002 .— 335 с.
7.	Лекции по теории графов : Учебное пособие для студ., обуч. по специальностям "Математика" и "Прикладная математика" / В.А. Емеличев [и др.] .— М. : Наука : Физматлит, 1990 .— 382, [1] с. : ил., табл.
8.	Зыков, Александр Александрович. Основы теории графов / А.А. Зыков .— М. : Наука, 1987 .— 380,[1] с. : ил.
9.	Свами, М. Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласираман ; Пер. с англ. М.В. Горбатовой и др.; Под ред. В.А. Горбатова .— М. : Мир, 1984 .— 454 с. : ил.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Кристофидес, Никос. Теория графов : Алгоритм. подход / Пер. с англ. Э. В. Вершкова, И. В. Коновальцева под ред. Г. П. Гаврилова .— М. : Мир, 1978 .— 432 с. : ил., табл.
2.	Евстигнеев, Владимир Анатольевич. Теория графов : Алгоритмы обработки бесконтактных графов / В.А. Евстигнеев, В.Н. Касьянов ; Рос. акад. наук. Сиб. отд-ние. Ин-т систем информатики; Отв. ред. И.В. Поттосин .— Новосибирск : Наука, 1998 .— 385 с. : ил.
3.	Методы решения систем с разреженными матрицами : Теория графов: Методические указания к спецкурсу: Для студ. 3 к. д/о и в/о фак. ПММ / Воронеж. гос. ун-т. Каф. вычислительной математики; Сост.: Т. Н. Глушакова, И. А. Блатов; Ред. Тихомирова О. А.—Воронеж, 2000 .— 36 с.
4.	Орлов, Владимир Анатольевич. Теория графов и комбинаторика : учебное пособие / В.А. Орлов ; Том. политехн. ин-т им. С.М. Кирова .— Томск : Изд-во Том. политехн. ин-та им. С.М. Кирова, 1988 .— 95 с. : ил.
5.	Орлов, Владимир Анатольевич. Теория графов и комбинаторика : учебное пособие / В.А. Орлов ; Том. политехн. ин-т им. С.М. Кирова .— Томск : Изд-во Том. политехн. ин-та им. С.М. Кирова, 1988 .— 95 с. : ил.
6.	Верников, Борис Муневич. Элементы теории графов : учебное пособие для студ., обуч. по специальностям 351400 "Прикладная информатика (в экономике)" и 010300 "Математика.

	Компьютерные науки" / Б.М. Верников ; Урал. гос. ун-т им. А.М. Горького. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2005. — 191 с. : ил.
7.	Элементы теории графов : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Л.Ю. Кабанцова, Т.К. Кацаран. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2007. — 55 с. : ил. — Библиогр.: с.52
8.	Неретер В. Расчет электронных схем на персональной ЭВМ / В. Неретер. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 220 с.
9.	Ильин В.Н. Разработка и применение программ автоматического проектирования / В.Н.Ильин, В.Л.Коган. — М.: Радио и связь, 1984. — 368 с.
10.	Калабеков Б.А. Методы автоматизированного расчета электронных схем в технике связи / Б.А.Калабеков, В.Ю.Лапидус. В.М.Малафеев. — М.: Радио и связь, 1990. — 270 с.

в)информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Источник
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xml+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486
3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОТ" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. — URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей: Линейные цепи / П.Н.Матханов. —М.: Высшая школа, 1981.
2	Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей: Нелинейные цепи / П.Н.Матханов. —М.: Высшая школа, 1986.
3	Теряев Б.Г. Проектирование и расчет усилителей / Б.Г.Теряев. М.И.Попова, В.Н.Марычев, Генералов. — М.: 1993.
4	Гаврилов Л.П. Автоматизация анализа электронных схем / Л.П.Гаврилов. — М.: МИРЭА, 1991.
5	Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС / Киев: Вища школа, 1991.
6	Писанецки С. Технология разреженных матриц / С. Писанецки. М.: Мир, 1988.
7	Интерполяция и аппроксимация сплайнами: Сб.научн.трудов. Новосибирск, 1992.
8	Дэннис Дж. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений / Дж. Дэннис. — М.: Мир, 1988.
9	Слипченко В.Г. Методы диакоптики в электронике / В.Г.Слипченко, г.н.Елизаренко. — М.: 1991.
10	Разевиг В.Д. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office для моделирования электрических цепей на ПК / В.Д.Разевиг, Ю.В.Потапов, А.А.Карушин. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004. — 496с.
11	Фриск В.В. Использование пакета Microwave Office для моделирования электрических цепей на ПК / В.В.Фриск. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004. — 160 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лаб. 407

19 Персональный компьютер – 10 шт.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-6 Способен принимать участие в разработке систем телекоммуникаций_	ПК-6.2 Применяет на практике математический и физический аппарат при решении профессиональных задач в области систем телекоммуникаций	1-17	Опрос студентов на практических занятиях в соответствии с контрольно-измерительным материалом №№ 1-32. Проверка выполнения домашних заданий по темам: «Основные понятия теории графов», «Матрично-топологическая формулировка законов Кирхгофа», «Машинное нахождение дерева и построение топологических матриц», «Узловой анализ в частотной и временной области», «Метод контурных токов», «Гибридный анализ», «Метод переменных состояния». Обсуждение вопросов, вызвавших затруднения при изучении материала. Разбор допущенных в ходе выполнения практических заданий ошибок.

Промежуточная аттестация	КИМ
--------------------------	-----

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами и фактами;
- 4) умение применять полученные знания на практике и при решении конкретных задач по проектированию устройств силовой электроники;

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>В течении семестра обучающемуся предлагается выполнить набор лабораторных заданий. Оценка не зачтено выставляется в результате успешного выполнения 80% практических заданий. Обучающийся должен ответить на дополнительные вопросы и продемонстрировать владение понятийным аппаратом, способность применить полученные знания на практике. Также, для получения оценки зачтено, обучающийся должен правильно ответить более чем на 50% тестовых заданий.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Оценка не зачтено ставиться, если по завершении курса обучающийся не выполнит 80% практических заданий и количество правильных ответов на тестовые задания менее 50%, демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>Не зачтено</i>

Студент получает оценку «зачтено», за подготовленный им реферат, если удалось полностью раскрыть его тему и студент в состоянии ответить на дополнительные вопросы.

Студент получает оценку «зачтено» за практическую работу, если поставленная задача полностью выполнена, а ожидаемые результаты достигнуты. Кроме того, студент должен быть способен изложить и объяснить всю последовательность своих действий при выполнении задания.

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Контур.
2. Матрица главных сечений.

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Дуальный граф.
2. Порядок сложности схем.

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Получение матрицы главных сечений с помощью элементарных строчных операций.
2. Вывод контурных уравнений.

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Получение матрицы главных контуров с помощью элементарных строчных операций.
2. Формирование гибридных уравнений.

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Соотношения ортогональности.
2. Принцип дуальности.

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Редуцированная матрица инцидентий.
2. Правила прямого формирования матрицы сопротивлений контуров и вектора эквивалентных источников э.д.с. контуров.

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Дуальная схема.
2. Нахождение дерева графа путем сведения матрицы инцидентий к ступенчатой форме.

Контрольно-измерительный материал № 8

1. Связный граф.
2. Прямое формирование контурных уравнений.

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Дерево.
2. Анализ динамических схем при произвольном входном воздействии.

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Основные элементы схем при машинном моделировании.
2. Связь между топологическими матрицами.

Контрольно-измерительный материал № 11

1. Вывод узловых уравнений.
2. Правила прямого формирования матрицы сопротивлений контуров и вектора эквивалентных источников э.д.с. контуров.

Контрольно-измерительный материал № 12

1. Сечение.
2. Вектор эквивалентных узловых источников тока.

Контрольно-измерительный материал № 13

1. Дискретные модели элементов при использовании метода трапеций.
2. Пример формирования линейных гибридных уравнений.

Контрольно-измерительный материал № 14

1. Узловое преобразование напряжений.
2. Базовая матрица контуров.

Контрольно-измерительный материал № 15

1. Регулярные графы.
2. Закон Кирхгофа для напряжений в матричной форме.

Контрольно-измерительный материал № 16

1. Преобразование независимых и управляемых источников.
2. Прямое формирование матрицы проводимостей и вектора эквивалентных узловых источников тока в случае управляемых источников.

Контрольно-измерительный материал № 17

1. Расширенный узловой анализ при наличии идеальных источников напряжения.
2. Выбор переменных состояния.

Контрольно-измерительный материал № 18

1. Обобщенный закон Кирхгофа для токов в матричной форме. Базовая матрица сечений.
2. Моделирование связанных катушек индуктивности.

Контрольно-измерительный материал № 19

1. Матрица главных контуров.
2. Базовый набор элементов и обобщенные ветви при узловом анализе.

Контрольно-измерительный материал № 20

1. Планарный граф.

2. Уравнения переменных состояния в простейшем случае.

Контрольно-измерительный материал № 21

1. Матрица проводимостей узлов.

2. Метод систематических исключений.

Контрольно-измерительный материал № 22

1. Направленный и ненаправленный графы. Путь графа.

2. Независимые уравнения Кирхгофа для токов сечений.

Контрольно-измерительный материал № 23

1. Классификация электронных схем.

2. Расширенный узловой анализ при наличии идеальных источников тока.

Контрольно-измерительный материал № 24

1. Независимые законы Кирхгофа для токов.

2. Преобразование независимых и управляемых источников.

Контрольно-измерительный материал № 25

1. Матрица характеристик элементов.

2. Базовые элементы и обобщенные ветви при контурном анализе.

Контрольно-измерительный материал № 26

1. Построение графа для электронной схемы.

2. Полная матрица сечений.

Контрольно-измерительный материал № 27

1. Полная матрица инцидентий.

2. Физический смысл элементов гибридной матрицы.

Контрольно-измерительный материал № 28

1. Закон Кирхгофа для токов в матричной форме.

2. Дискретные модели элементов при использовании неявного метода Эйлера.

Контрольно-измерительный материал № 29

1. Нормальное дерево.

2. Независимые уравнения Кирхгофа для напряжений.

Контрольно-измерительный материал № 30

1. Правила машинного формирования узловых уравнений.

2. Ограничения на рассматриваемые схемы.

Контрольно-измерительный материал № 31

1. Ячейка.

2. Вырожденный случай: отсутствие гибридных уравнений.

Контрольно-измерительный материал № 32

1. Полная матрица контуров.

2. Входы токов и входы напряжений.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): *устного индивидуального опроса; тестирования*; Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.