

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет мореходный

Кафедра ЭУЭС

Утверждаю
Декан мореходного факультета


Труднев С.Ю.

« 23 » октября 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Топологические методы анализа в электротехнике»

направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(уровень бакалавриата)

Направленность (профиль):
«Электрооборудование и автоматика судов»

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направленности (профилю)
«Электрооборудование и автоматика судов».

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ЭУЭС



к.т.н., доц. А.Н. Рак

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергетические установки и
электрооборудование судов» « 17 » октября 2024 г. протокол № 4 .

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»,
к.т.н., доцент

« 23 » октября 2024 г.



О. А. Белов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с электромагнитными явлениями и процессами, происходящими в различных электротехнических устройствах, и методами анализа и расчёта электрических и магнитных цепей.

Целью дисциплины является: изучение как с количественной, так и с качественной стороны явлений и процессов, происходящих в различных электротехнических устройствах, освоение современных методов их моделирования, методов анализа и расчёта электрических и магнитных цепей, знание которых необходимо для понимания и решения инженерных проблем электротехники.

В результате освоения дисциплины «Топологические методы анализа в электротехнике» студенты должны:

иметь представление: об основных законах и процессах в теории: «Топологические методы анализа в электротехнике»

знать: значение понятий и основные законы электротехники, линейные и нелинейные электрические, магнитные и электромагнитные цепей, структурные элементы и физические величины цепей, основные уравнения и методы анализа линейных электрических цепей, теорию электромагнитной энергии и мощности, методы их анализа, теорию и методы анализа цепей несинусоидального тока, цепей с четырёхполюсниками.

уметь: формировать эквивалентные схемы и топологические структуры линейных и нелинейных электрических, магнитных и электромагнитных цепей, рассчитывать соответствующие параметры установившихся режимов в таких цепях, методами математического анализа и физического эксперимента исследовать цепи с четырёхполюсниками.

владеть: навыками исследования схем и навыками поиска неисправностей.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций:

ПК-4 – Способен осуществлять управление деятельностью по техническому обслуживанию и ремонту электроустановок.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-4	Способен осуществлять управление деятельностью	ИД-1пк-4 Знает законодательные и нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам производственного	Знать: Законодательные и нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам производственного планирования и	3(ПК-4)1

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
	ПО техническому обслуживанию и ремонту электроустановок	<p>планирования и оперативного управления производством; нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленного за подразделением; организационно-распорядительные, нормативно-технические и методические документы по вопросам эксплуатации высоковольтных линий электропередачи; основы трудового законодательства РФ в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей; требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и производственной санитарии, регламентирующие деятельность по трудовой функции</p> <p>ИД-2пк-4 Умеет вести техническую и отчетную документацию; организовывать деятельность по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи; организовывать работу при внедрении новых устройств; планировать и организовывать работу подчиненных работников; планировать производственную деятельность, ремонт оборудования кабельных линий электропередачи; разрабатывать предложения по текущему и перспективному планированию работ по техническому обслуживанию, ремонту;</p> <p>ИД-3пк-4 Владеет навыками контроля состояния и ведения технической документации в курируемом подразделении; организует ведение договорной работы для обеспечения технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; организует документационное сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи, сооружений,</p>	<p>оперативного управления производством; Нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленного за подразделением; Организационно-распорядительные, нормативно-технические и методические документы по вопросам эксплуатации высоковольтных линий электропередачи; Основы трудового законодательства РФ в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей; Требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и производственной санитарии, регламентирующие деятельность по трудовой функции.</p> <p>Уметь: Вести техническую и отчетную документацию; Организовывать деятельность по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи; Организовывать работу при внедрении новых устройств; Планировать и организовывать работу подчиненных работников; Планировать производственную деятельность, ремонт оборудования кабельных линий электропередачи; Разрабатывать предложения по текущему и перспективному планированию работ по техническому обслуживанию, ремонту</p> <p>Владеть: Навыками контроля состояния и ведения технической документации в курируемом подразделении; Навыками организации ведения договорной работы для обеспечения технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; Навыками документационного сопровождения деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи, сооружений, контролю ведения исполнительной документации; Навыками организации оформления графиков освидетельствования; владеет навыками организации планирования потребности в материальных ресурсах для</p>	<p>3(ПК-4)2</p> <p>3(ПК-4)3</p> <p>3(ПК-4)4</p> <p>3(ПК-4)5</p> <p>У(ПК-4)1</p> <p>У(ПК-4)2</p> <p>У(ПК-4)3</p> <p>У(ПК-4)4</p> <p>У(ПК-4)5</p> <p>У(ПК-4)6</p> <p>В(ПК-4)1</p> <p>В(ПК-4)2</p> <p>В(ПК-4)3</p> <p>В(ПК-4)4</p>

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
		<p>контроль ведения исполнительной документации; организует оформление графиков освидетельствования; владеет навыками организации планирования потребности в материальных ресурсах для технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; организует разработки и согласование технических условий, технических заданий по обеспечению технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; подготавливает проекты текущих и перспективных планов работы подразделения, графиков выполнения отдельных работ (мероприятий), согласование условий и сроков их выполнения с заинтересованными лицами (подразделениями) организации, а также с заказчиками и соисполнителями, доведение утвержденных плановых заданий до подчиненного персонала; расследует причины технологических нарушений в работе оборудования, несчастных случаев</p>	<p>технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; Навыками организует разработки и согласование технических условий, технических заданий по обеспечению технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; Навыками подготовки проектов текущих и перспективных планов работы подразделения, графиков выполнения отдельных работ (мероприятий), согласование условий и сроков их выполнения с заинтересованными лицами (подразделениями) организации, а также с заказчиками и соисполнителями, доведение утвержденных плановых заданий до подчиненного персонала; Навыками расследования причин технологических нарушений в работе оборудования, несчастных случаев</p>	<p>В(ПК-4)5</p> <p>В(ПК-4)6</p> <p>В(ПК-4)7</p>

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в структуре основной образовательной программы.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

1. физика;
2. математика;
3. теоретические основы электротехники

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентами при изучении последующих дисциплин «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», «Техника высоких напряжений», «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации», «Основы расчета и проектирования электроэнергетических систем».

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Тематический план дисциплины

ЗФО

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
	68	4	2	2	-	64	
Тема 1. Направленные графы Основные сведения о направленных графах. Линейные графы. Основные определения и понятия. Запись уравнений электрической цепи в виде направленного графа. Графы простейших электрических схем.	34		1	1		32	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Тема 2. Ненаправленные графы Основные положения топологического метода. Основные определения и понятия. Определитель сложной схемы и его нахождение. Примеры анализа линейных схем топологическим методом. Особенности топологического анализа нелинейных цепей. Унисторы и их свойства.	34		1	1		32	Практикум, Собеседование, Зачет с оценкой
Зачет	4						
Всего	72		2	2		64	

2.2. Описание содержания дисциплины «Топологические методы анализа в электротехнике»

Раздел 1. Направленные графы

Темы раздела 1:

Введение. Основные сведения о направленных графах. Линейные графы. Основные определения и понятия. Запись уравнений электрической цепи в виде направленного графа. Графы простейших электрических схем. Правила составления графов сложных электрических цепей. Общая формула передачи графа. Примеры анализа цепей при помощи графов. Инверсия графа. Составление графов четырехполюсников. Графы двухобмоточного трансформатора. Графы биполярного транзистора. Граф полевого транзистора. Пример анализа электронных схем, содержащих четырехполюсники, при помощи направленных графов.

Раздел 2. Ненаправленные графы. Топологический анализ электрических цепей.

Темы раздела 2:

Основные положения топологического метода. Основные определения и понятия. Определитель сложной схемы и его нахождение. Примеры анализа линейных схем топологическим методом. Особенности топологического анализа нелинейных цепей. Унисторы и их свойства. Унисторные схемы замещения электронных многополюсников. Унисторная схема замещения биполярного транзистора. Унисторная схема замещения полевого транзистора. Топологическая схема замещения двухобмоточного трансформатора. Правила топологического анализа цепей, содержащих унисторы.

2.3 Лабораторные работы

Лабораторные работы и индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

2.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	53
2	Подготовка к практическим занятиям	2
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	9
Итого:		64

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическим занятиям;
- работа над курсовым проектом;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по

дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на подготовку к практическим и лабораторным занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)

1. Определение двунаправленных графов.
2. Граф электрической цепи.
3. Линейный граф электрической цепи.
4. Порядок составления и записи уравнений электрической цепи в виде двунаправленного графа.
5. Составление графов простейших электрических схем.
6. Правила составления графов сложных электрических цепей.
7. Общая формула передачи графа.
8. Анализ цепей при помощи графов.
9. Инверсии графа.
10. Порядок составления графов четырехполюсников.
11. Двухобмоточный трансформатор как четырехполюсник.
12. Граф двухобмоточного трансформатора.
13. Транзистор как четырехполюсник.
14. Граф биполярного транзистора.
15. Граф полевого транзистора.
16. Порядок выполнения анализа электронных схем, содержащих четырехполюсники, при помощи направленных графов.
17. Основные положения топологического метода.
18. Основные определения и понятия топологического метода.
19. Сложные схемы в теории топологического анализа.
20. Составление определителей сложных схем.
21. Нахождение определителей сложных схем.
22. Анализ линейных схем топологическим методом.
23. Особенности топологического анализа нелинейных цепей.
24. Основные понятия об унисторах
25. Основные свойства унисторов.
26. Унисторные схемы замещения электронных многополюсников.
27. Унисторная схема замещения биполярного транзистора.
28. Унисторная схема замещения полевого транзистора.
29. Топологическая схема замещения двухобмоточного трансформатора.
30. Правила топологического анализа цепей, содержащих унисторы.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1. Основная литература:

1. **Бессонов Л.А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров / Бессонов Лев Алексеевич ; Л.А. Бессонов. - 12-е изд., испр. и доп. - 297 Мб. - Москва: Юрайт, 2016. - 1 файл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Систем. требования: Acrobat Reader.

2. **Аполлонский С.М.** Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника", "Электроника и микроэлектроника" / Аполлонский Станислав Михайлович, Виноградов Александр Леонидович ; С.М. Аполлонский, А.Л. Виноградов. - 4 Мб. - Москва: КНОРУС, 2016. - 1 файл. - (Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader.

5.2. Дополнительная литература:

1. **Матвиенко В.А.** Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Матвиенко Виталий Александрович ; В.А. Матвиенко. - 4 Мб. - Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

2. **Батура М.П.** Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Батура Михаил Павлович, Кузнецов Александр Петрович, Курулев Александр Петрович ; М.П. Батура, А.П. Кузнецов, А.П. Курулев ; под общ. ред. А.П. Курулева. - 3-е изд., перераб. - 23 Мб. - Минск: Высшая школа, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

3. **Немцов М.В.** Электротехника [Электронный ресурс]: учебник для вузов : в 2 кн. Кн. 2 / Немцов Михаил Васильевич; М.В. Немцов. - 54 Мб. - Москва: ИЦ "Академия", 2014. - 1 файл. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Систем. требования: Acrobat Reader.

4. Мэзон С., Циммерман Г. Электронные цепи, сигналы и системы/ Пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 620 с.

5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Российское образование. Федеральный портал: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

Лекции посвящаются рассмотрению наиболее важных и общих вопросов.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

– проблемная лекция, предполагающая изложение материала через проблемность вопросов, задач или ситуаций. При этом процесс познания происходит в научном поиске, диалоге и сотрудничестве с преподавателем в процессе анализа и сравнения точек зрения;

– лекция-визуализация – представление материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

7. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине не предусмотрено выполнение курсового проекта.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

8.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные выше;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

8.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office;
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft PowerPoint.

8.3 Перечень информационно-справочных систем

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- **Лекционные занятия:** проводятся в аудиториях учебных корпусов согласно расписанию. Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к лекционным аудиториям. К оснащению лекционных аудиторий дополнительные требования не предъявляются.
- **Практические работы:**
 - лаборатория
 - доска классная;
 - 25 посадочных мест;
 - Стеллажи для приборов и оборудования;
 - Шкафы для приборов и оборудования;
 - Рабочее место преподавателя;
 - Амперметры;
 - Вольтметры;
 - Однофазные ваттметры;
 - Однофазные и трехфазные фазометры;
 - Магазины сопротивлений;
 - Осциллографы;
 - Реостаты;
 - Катушки индуктивности;
 - Автотрансформаторы;

Комплекты измерительных приборов (К-50)

Для эффективной работы студент может использовать пакеты ПО общего назначения: Microsoft Word; Microsoft Excel;

Специализированные программы: Mathcad.

По выполненным лабораторным работам студент составляет отчеты. Отчёт оформляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями, предъявляемыми кафедрой ЭУЭС к отчётам о лабораторных работах. Защита отчетов происходит публично на аудиторном занятии преподавателю, ведущему занятия.

Имеются бланки отчётов о лабораторных работах на электронном носителе.

- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
- презентации в PowerPoint по темам курса.

Дополнения и изменения в рабочей программе на _____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Топологические методы анализа в электротехнике» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» для специальности «**>>**» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____

(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭУЭС _____

«__» _____ 202 г.

Заведующий кафедрой

_____ / _____

подпись

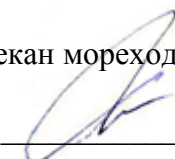
ФИО

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет МОРЕХОДНЫЙ

Кафедра «ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан мореходного факультета


С.Ю. Труднев

«23» октября 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ

«Топологические методы анализа в электротехнике»


по направлению подготовки
13.03.02 «Энергетика и электротехника»
(уровень бакалавриат)

профиль: «Электрооборудование и автоматика судов»
квалификация: бакалавр

Петропавловск-Камчатский
2024

Фонд оценочных средств дисциплины составлен на основании ФГОС ВО по специальности 13.03.02 «Энергетика и электротехника» (уровень бакалавриат), учебного плана подготовки специалистов, принятого на заседании ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» 23.10.2024 г., протокол № 2

Составитель фонда оценочных средств
к.т.н., доц. кафедры «ЭУЭС»



(подпись)

Рак А.Н.
(ФИО.)

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«17» октября 2024 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой «Энергетические установки и электрооборудование судов»

«23» октября 2024 г.



Белов О.А.

2025 / 2026 учебный год



(подпись)

АКТУАЛЬНО НА

Белов О.А.
(ФИО. зав.кафедрой)

2026 / 2027 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

2027 / 2028 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

2028 / 2029 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

2029 / 2030 учебный год

(подпись)

(ФИО. зав.кафедрой)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции

Код дисциплины из УП	Наименование дисциплины (в соответствии с УП)	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
Б1.В.ДВ.01.02.	Топологические методы анализа в электротехнике			з					
	Основы технической эксплуатации СЭ и СА				э				
	Основы расчета и проектирования ЭЭС								э, КР
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								Эк, ВКР

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, итоговое оценивание

2.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ПК4 – Способен осуществлять управление деятельностью по техническому обслуживанию и ремонту электроустановок	Знает законодательные и нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам производственного планирования и оперативного управления производством; нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы эксплуатации оборудования, закрепленного за подразделением; организационно-распорядительные,	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Отсутствие знаний. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня знаний.	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные знания.	Удовлетворительная оценка результатов обучения, неполные представления о представленном вопросе.	Достаточно высокая оценка результатов обучения. Определенные пробелы в знаниях	Высокая оценка результатов обучения. Сформированные систематические представления о методах и приемах саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала

	<p>нормативно-технические и методические документы по вопросам эксплуатации высоковольтных линий электропередачи; основы трудового законодательства РФ в объеме, необходимом для выполнения трудовых обязанностей; требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности и производственной санитарии, регламентирующие деятельность по трудовой функции</p>					
	<p>Умеет вести техническую и отчетную документацию; организовывать деятельность по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи; организовывать работу при внедрении новых устройств; планировать и организовывать работу подчиненных работни-</p>	<p>Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Отсутствие умений. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня умений.</p>	<p>Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные умения.</p>	<p>Удовлетворительная оценка результатов обучения. Несистематическое использование знаний.</p>	<p>Достаточно высокая оценка результатов обучения. Определенные пробелы в умении использовать соотв. знания.</p>	<p>Высокая оценка результатов обучения. Сформированное умение использовать полученные знания</p>

<p>ков; планировать производственную деятельность, ремонт оборудования кабельных линий электропередачи; разрабатывать предложения по текущему и перспективному планированию работ по техническому обслуживанию, ремонту</p>					
<p>Владеет навыками контроля состояния и ведения технической документации в курируемом подразделении; организует ведение договорной работы для обеспечения технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; организует документационное сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи, сооружений, контроль ведения испол-</p>	<p>оценка результатов обучения. Отсутствие навыков. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня навыков.</p>	<p>Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные навыки.</p>	<p>Удовлетворительная оценка результатов обучения. В целом успешное, но не систематическое применение навыков.</p>	<p>Достаточно высокая оценка результатов обучения. В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применения навыков.</p>	<p>Высокая оценка результатов обучения. Успешное и систематическое применение навыков.</p>

	<p>нительной документации; организует оформление графиков освидетельствования; владеет навыками организации планирования потребности в материальных ресурсах для технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; организует разработки и согласование технических условий, технических заданий по обеспечению технического обслуживания и ремонта кабельных линий электропередачи; подготавливает проекты текущих и перспективных планов работы подразделения, графиков выполнения отдельных работ (мероприятий), согласование условий и сроков их выполнения с заинтересованными лицами (подразделениями) организации, а так-</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	же с заказчиками и соисполнителями, доведение утвержденных плановых заданий до подчиненного персонала; расследует причины технологических нарушений в работе оборудования, несчастных случаев					
--	---	--	--	--	--	--

2.2 Описание шкал оценивания

Формы контроля	Шкала оценивания
устный опрос	<p>Оценка «отлично» / «зачтено»: ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, демонстрируются глубокие знания, соблюдаются нормы литературной речи.</p> <p>Оценка «хорошо» / «зачтено»: ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»: допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено»: материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.</p>
доклад (сообщение)	<p>Критерии оценки доклада: новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.</p> <p>Оценка «отлично» – выполнены все требования к написанию доклада: обозначена проблема и обоснована ее актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем; соблюдены требования к внешнему оформлению.</p> <p>Оценка «хорошо» – основные требования к докладу выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем доклада; имеются упущения в оформлении.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к написанию доклада. Например: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании доклада; отсутствуют выводы.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» – тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или доклад не представлен во все.</p>

<p>выполнение заданий в тестовой форме</p>	<p>Для оценивания результатов <i>тестирования</i> возможно использовать следующие критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – правильность ответа или выбора ответа. – скорость прохождения теста. – наличие правильных ответов во всех проверяемых темах (дидактических единицах) теста, <p>Общее количество вопросов принимается за 100%, оценка выставляется по значению соотношения правильных ответов к общему количеству вопросов в процентах.</p> <p>Оценка «отлично» / «зачтено» - 85–100% правильных ответов; Оценка «хорошо» / «зачтено» - 70–84% правильных ответов; Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»- 55–69% правильных ответов; Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» - 54% и менее правильных ответов;</p>
<p>Экзамен</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.</p> <p>Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.</p>

3.3. Итоговое оценивание обучающегося по дисциплине «Топологические методы анализа в электротехнике»

Для оценки качества подготовки студента по дисциплине в целом составляется рейтинг – интегральная оценка результатов всех видов деятельности обучающегося, осуществляемых в процессе ее изучения.

Промежуточная аттестация для обучающихся по заочной форме обучения проводится по итогам изучения дисциплины во время сессии, в соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки – в форме экзамена.

Преподаватель на первом занятии знакомит обучающихся группы с программой учебной дисциплины, в том числе с порядком определения количества ЗЕ, графиком, формами и процедурой прохождения текущего контроля, а также примерными вопросами для подготовки к итоговому контролю знаний по дисциплине (промежуточной аттестации).

Промежуточная аттестация – это форма контроля теоретических знаний, полученных студентом в процессе изучения всей учебной дисциплины или ее части, и умения их применять в практической деятельности. Он должен учитывать выполнение студентом всех видов работ, предусмотренных программой дисциплины, в том числе самостоятельную работу, участие в семинарах.

Показатели, критерии оценки сформированности компетенции, шкала оценивания результатов освоения компетенций по уровням освоения представлены в таблице.

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания (традиционная оценка)
Продвинутый	<p><i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>	<p>Содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично». Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности</p>	<p>76-100 баллов / «отлично»</p>
Базовый	<p><i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка</p>	<p>Содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо». Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при выполнении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции.</p>	<p>61-75 баллов / «хорошо»</p>
Пороговый	<p><i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка</p>	<p>Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно». Если обучаемый демонстрирует</p>	<p>46-60 баллов / «удовлетворительно»</p>

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания (традиционная оценка)
		самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к выполнению заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	
Низкий	<i>Компетенции не сформированы</i> Демонстрируется отсутствие <i>или</i> фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки не сформированы, выполненные задания содержат грубые ошибки. Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при выполнении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их выполнения, отсутствие самостоятельности в применении умения и неспособность самостоятельно проявить навык повторения выполнения задания по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	Менее 45 баллов / «неудовлетворительно»

4. Типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

1. Определение двунаправленных графов.
2. Граф электрической цепи.
3. Линейный граф электрической цепи.
4. Порядок составления и записи уравнений электрической цепи в виде двунаправленного графа.
5. Составление графов простейших электрических схем.
6. Правила составления графов сложных электрических цепей.
7. Общая формула передачи графа.
8. Анализ цепей при помощи графов.
9. Инверсии графа.
10. Порядок составления графов четырехполюсников.
11. Двухобмоточный трансформатор как четырехполюсник.
12. Граф двухобмоточного трансформатора.
13. Транзистор как четырехполюсник.
14. Граф биполярного транзистора.
15. Граф полевого транзистора.
16. Порядок выполнения анализа электронных схем, содержащих четырехполюсники, при помощи направленных графов.
17. Основные положения топологического метода.

18. Основные определения и понятия топологического метода.
19. Сложные схемы в теории топологического анализа.
20. Составление определителей сложных схем.
21. Нахождение определителей сложных схем.
22. Анализ линейных схем топологическим методом.
23. Особенности топологического анализа нелинейных цепей.
24. Основные понятия об унисторах
25. Основные свойства унисторов.
26. Унисторные схемы замещения электронных многополюсников.
27. Унисторная схема замещения биполярного транзистора.
28. Унисторная схема замещения полевого транзистора.
29. Топологическая схема замещения двухобмоточного трансформатора.
30. Правила топологического анализа цепей, содержащих унисторы.

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

По дисциплине предусмотрены следующие формы контроля качества подготовки:

- текущий (осуществление контроля за всеми видами аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающегося с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины);
- промежуточный (оценивается уровень и качество подготовки по конкретным темам дисциплины).
- контроль самостоятельной работы обучающегося.

Результаты текущего и промежуточного контроля качества выполнения студентом запланированных видов деятельности по усвоению учебной дисциплины являются показателем качества работы обучающегося за время изучения дисциплины. Итоговый контроль проводится в форме промежуточной аттестации – дифференцированного зачета (зачета с оценкой).

Текущий контроль успеваемости предусматривает оценивание хода освоения дисциплины, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание результатов обучения по дисциплине, в том числе посредством испытания в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой).

Оценивание знаний, умений и навыков по учебной дисциплине «Техника высоких напряжений» осуществляется посредством использования следующих видов оценочных средств:

- устные опросы;
- выполнение практических заданий;
- дискуссии по вопросам для обсуждения.

Опросы

Устные опросы проводятся во время занятий и при проведении промежуточного контроля знаний по разделам дисциплины. Вопросы опроса, проводимого во время практических занятий, не должны выходить за рамки объявленной для данного занятия темы. Устные опросы необходимо строить так, чтобы вовлечь в тему обсуждения максимальное количество обучающихся в группе, проводить параллели с уже пройденным учебным материалом данной дисциплины и смежными курсами, находить удачные примеры из современной действительности, что увеличивает эффективность усвоения материала на ассоциациях. Основные вопросы для устного опроса доводятся до сведения студентов на предыдущем занятии. Индивидуальные устные блиц-опросы (по форме «вопрос-ответ») по разделам дисциплины проводятся с целью определения степени усвоения теоретического материала и понятийного

аппарата по всему разделу дисциплины. Примерный перечень вопросов для индивидуального устного блиц-опроса представлены в рабочей программе дисциплины и доводятся до сведения студентов до начала курса. При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на методические материалы.

Выполнение практических заданий

Выполнение заданий осуществляется по предложенным преподавателям условиям. Задания выполняются индивидуально, при этом не запрещается обсуждение хода выполнения задания и результатов обучающимися.

Дискуссии по вопросам для обсуждения

Вопросы для обсуждения представлены в рабочей программе дисциплины. Обучающийся самостоятельно готовится к занятию по предложенным вопросам. Обучающийся может воспользоваться рекомендуемой литературой, самостоятельно подобранными источниками литературы, ресурсами сети Интернет.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Топологические методы анализа в электротехнике» завершает изучение курса и проходит в виде зачета. Зачет проводится согласно расписанию зачетно-экзаменационной сессии. Зачет может быть выставлен автоматически по результатам текущего и промежуточного контроля знаний и достижений, продемонстрированных обучающимся на занятиях. Фамилии обучающихся, получивших зачет автоматически, объявляются в день проведения зачета до начала промежуточной аттестации.

Оценка знаний обучающегося носит комплексный характер и определяется его:

- ответом на зачете;
- оценкой самостоятельной работы (подготовка доклада);
- оценками, полученными обучающимися по итогам аудиторных занятий, решении

тестовых заданий, опросов и т.д.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного рабочей программой. В случае неудовлетворительного результата испытания назначается день и время повторного (по графику ликвидации задолженностей). При наличии посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора по учебной работе не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением декана факультета.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Камчатский государственный технический университет

Кафедра высшей математики

А.А. Чермошенцева

***Топологические методы
анализа в электротехнике***

Методические указания к изучению дисциплины
для студентов направления подготовки
13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"
заочной формы обучения

Петропавловск-
Камчатский 2024

Рецензенты:
Каримов И.К.
к.т.н., ст.н.с., зав.кафедрой СУ
ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»

Чермошенцева А.А.

Топологические методы анализа в электротехнике. Методические указания к изучению дисциплины. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2024. –16 с.

Рекомендовано к использованию в учебном процессе
учебно-методическим советом КамчатГТУ
(протокол № 1 от 04.09.2024 г).

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Краткая характеристика дисциплины.....	4
2. Цели и задачи изучения дисциплины.....	5
3. Содержание дисциплины.....	6
3.1. Содержание лекционных занятий.....	6
3.2. Содержание практических занятий.....	8
3.3. Организация самостоятельной работы студентов.....	10
4. Вопросы и задания промежуточной аттестации.....	10
4.1. Вопросы итогового контроля.....	10
4.2. Примерный тест итогового контроля.....	11
5. Рекомендуемая литература.....	15
6.1. Основная литература.....	15
6.2. Дополнительная литература	15

1. Краткая характеристика дисциплины

Топологические методы анализа в электротехнике - один из методов математического анализа электротехнических схем, позволяющий в ряде случаев посредством простых правил решать сложные инженерные задачи. Существующее многообразие матричных методов и координатных базисов для моделирования электрических цепей обусловлено необходимостью использовать матрицы для выяснения физической сущности электрической цепи, содержащей разнообразные элементы. Избыточность матричного подхода заключается в том, что параметр элемента схемы может учитываться в матрице схемы более одного раза. Модели схем в виде графов были призваны уменьшить избыточность матричных моделей, осуществив переход к схемным функциям более простым и обусловленным структурой схемы. Операции над графами оказываются нагляднее соответствующих операций с матрицами.

2. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью изучения учебной дисциплины «Топологические методы анализа в электротехнике» является формирование у будущих специалистов знаний и умения применять математический аппарат и математические методы при анализе, управлении и программировании современных систем, освоение методов математического моделирования и анализа информационно-технических систем.

Основная **задача** данного учебного курса заключается в развитии у студентов современных форм математического мышления и умения ставить, исследовать и решать сложные задачи, возникающие на практике.

В результате освоения теоретического материала, выполнения практических работ и закрепления навыков студенты должны:

Знать: – основные методы современного математического анализа и их возможности для решения сложных задач программирования;

Понимать: – основные факты, понятия, определения и теоремы изучаемых разделов, алгоритмы решения типовых задач математического анализа;

Уметь: – выполнять основные математические расчеты, составлять и решать адекватные математические модели реальных процессов, адаптировать решения для вычислительной техники.

В системе вузовской подготовки изучение дисциплины «Топологические методы анализа в электротехнике» основано на курсах: «Математика», «Теоретические основы электротехники», «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации».

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Топологические методы анализа в электротехнике», могут быть использованы при написании выпускной квалификационной работы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание лекционных занятий

1. Введение. Задачи схемного моделирования.

Рассматриваемые вопросы: Предмет, объект, цели и задачи дисциплины. Программа курса, ее реализация во времени. Требования к итоговой аттестации. Литература. Матрицы и их применение. Действия над матрицами. Обратная матрица. Определители. Определитель суммы двух матриц. Задачи схемного моделирования. Минимальный базовый набор компонентов для моделирования электронных схем на ЭВМ. Адекватность схемной модели моделируемому объекту. Выбор типа схемной модели в зависимости от целей анализа. Область применения глобальных, локальных моделей и моделей линейных приращений на примерах р-п перехода и биполярного транзистора. Модели линейных приращений. Основы синтеза глобальных моделей. Основные характеристики математической модели, связывающей внутренние и внешние параметры моделируемого объекта. Характеристический полином цепи, интерпретация собственных чисел и векторов матриц при моделировании электронных цепей.

2. Основные характеристики математической модели, связывающей внутренние и внешние параметры моделируемого объекта.

Рассматриваемые вопросы: Матрицы проводимостей дискретных компонентов электронных схем и интегральных схем. Алгоритм получения матрицы проводимостей электронной схемы. Матрицы и графы. Основные понятия и определения. Составление систем алгебраических уравнений электрического равновесия цепи в топологической форме. Топологическая интерпретация основных соотношений между переменными ветвей. Узловой анализ линейных схем. Понятие обобщенной ветви графа.

3. Инверсия. Инверсия с расщеплением.

Рассматриваемые вопросы:

Нормирование передач ветвей. Правило Мэзона. Топологический анализ цепи. Определитель цепи. Разложение определителя цепи на множители. Контурная схема замещения цепи. Топологический закон передачи общей линейной цепи

4 Топологический анализ цепи.

Рассматриваемые вопросы: Определитель цепи. Разложение определителя цепи на множители. Контурная схема замещения цепи. Исключение петли. Расщепление узла. Решение графов. Формула Мэсона. Графы. Задание графов. Построение матриц инцидентности и матриц смежности. Объединение однонаправленных параллельных и последовательных ветвей. Косвенные и прямые методы построения сигнального графа пассивных и активных электрических цепей. Построение графа для дискретных компонентов электронных цепей и для функциональных узлов на интегральных схемах

5. Топологический закон передачи общей линейной цепи

Рассматриваемые вопросы: Построение графа для дискретных компонентов электронных цепей и для функциональных узлов на интегральных схемах. Алгоритм построения сигнального графа электронной схемы косвенным и прямым методами. Топологический закон передачи. Исключение узла. Примеры применения схемных определителей для расчета конкретных задач. Топологический закон передачи общей линейной цепи. Анализ схем катодного повторителя. Транзисторный усилитель. Гиристор и гиратор.

6. Топологический закон передачи. Исключение узла. Примеры применения схемных определителей для расчета конкретных задач.

Рассматриваемые вопросы: Топологический анализ сигналов. Метод схемных определителей. Основные понятия и определения. Выбор системы линейно независимых переменных состояния для топологически невырожденных электронных цепей. Матричная запись системы уравнений переменных состояния в нормальной форме. Методы составления математической модели цепи в пространстве состояний. Алгоритм получения матричного уравнения переменных состояния с помощью топологических матриц. Способы получения выходных уравнений в матричном виде. Определитель графа. Разложение определителя по контурам. Построение резистивной схемы замещения исходной цепи с использованием известных схем замещения реактивных элементов

7. Линейные графы сигналов.

Рассматриваемые вопросы: Линейные графы сигналов Учет влияния петли. Передача графа. Определение передачи графа с помощью путей и контуров. Расщепление узла. Контурные передачи узла. Формирование оптимальных выражений схемных определителей пассивных цепей. Линейные графы сигналов. Определение передачи графа с помощью путей и контуров. Расщепление узла. Контурные передачи узла. Реакция электронной цепи на тестовые воздействия. Анализ цепей с помощью графов. Четырехполюсники Импульсная и переходная характеристики цепи..

8. Определитель графа. Разложение определителя по контурам. Разложение определителя на множители. Разложение определителя по узлам и ветвям. Вывод общего уравнения передачи.

Рассматриваемые вопросы: Разложение определителя на множители. Разложение определителя по узлам и ветвям. Вывод общего уравнения передачи. Основы метода схемных определителей. Факторизация (свертка) алгебраических выражений. Основы метода схемных определителей. Факторизация (свертка) алгебраических выражений. Формирование оптимальных выражений схемных определителей пассивных цепей

Реакция цепи на произвольное воздействие. Анализ усилителя на одном транзисторе. Определение входного и выходного сопротивлений. Однокаскадные усилители с обратной связью. Обратная связь по току. Многокаскадные усилители низкой частоты. Каскодные усилители. Дифференциальные усилители.

3.2. Содержание практических занятий

1. Матрицы. Вычисление обратной матрицы. Построение обратной матрицы методом Гаусса. Решение систем линейных уравнений методом обратной матрицы. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Применение пакетов EXCEL и Maple к матричному анализу.

Форма занятия: решение типовых задач. Решение задач №№ 1.2.4.6 раздела 3.1.1 из [2].

2. Матрицы и графы. Основные понятия и определения. Составление систем алгебраических уравнений электрического равновесия цепи в топологической форме. Графы и их основные свойства. Графы уравнений. Описание графов. Каскадные графы.

Подграфы. Циклы обратной связи. Построение графов по системе уравнений.

Форма занятия: решение типовых задач. Решение задач №№ 8,9,10 раздела 3.1.1 из [2].

3. Структура решений системы линейных уравнений. Применение правила Мезона к задачам анализа графов.

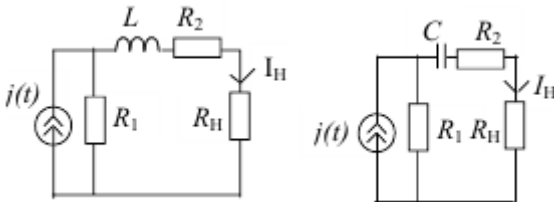
Форма занятия: решение типовых задач. Решение задач №№ 1.2.4.6 раздела 3.2.1 из [2].

4. Решение графа с помощью топологических операций.
Форма занятия: решение типовых задач. Решение задач №№ 4.5. раздела 3.2.1 из [2].

5. Анализ цепей, содержащих резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, источники постоянного напряжения и тока. Построение резистивной схемы замещения по постоянному воздействию. Формирование в символьном виде функций выходной величины.

Форма занятия: контрольная работа. Произвести расчет схемы.

- 1) построить комплексную схему замещения цепи;
- 2) найти действующее значение выходной функции напряжения U_H или тока I_H



6. Построение комплексной схемы замещения исходной цепи, анализ комплексной схемы замещения, комплексный коэффициент передачи напряжения

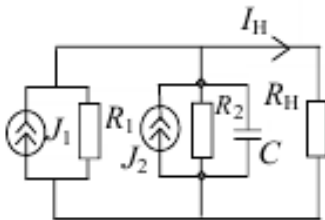
Форма занятия: решение типовых задач. Решение задач №№ 8, 9, 10 раздела 3.2.1 из [2].

7. Анализ усилителя на одном транзисторе. Определение входного и выходного сопротивлений. Однокаскадные усилители с обратной связью. Обратная связь по току.

Форма занятия: решение типовых задач в компьютерном классе. Решение задач №№ 8,9,10 раздела 3.2.1 из [2].

8. Параметры транзисторов. Гибридные параметры. Транзистор как четырехполюсник. y - , z - и h -параметры транзисторов. Связь между ними. Схемы с общей базой, эмиттером, коллектором.

Форма занятия: решение типовых задач в компьютерном классе. Решение задач вида: Провести анализ электрических цепей построить резистивную схему замещения по постоянному воздействию



3.3. Организация самостоятельной работы студентов

Изучение учебной литературы. [1], [4], [7]. Решение задач по темам [2], [5], [6] подготовка к контрольной работе, подготовка к модульному контролю, подготовка к промежуточной аттестации.

4. Вопросы и задания промежуточной аттестации

4.1. Вопросы итогового контроля

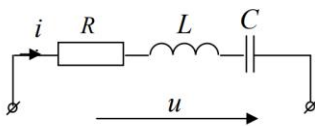
1. Определитель цепи.
2. Контурная схема замещения цепи.
3. Разложение определителя цепи на множители.
4. Топологический закон передачи общей линейной цепи.
5. Метод сигнальных графов.
6. Адекватность сигнального графа алгебраической системе уравнений.
7. Матрицы передач нормализованного и ненормализованного сигнальных графов.
8. Решение графа с помощью топологических операций.
9. Косвенные методы построения сигнального графа
10. Прямые методы построения сигнального графа.

11. Построение графа для функциональных узлов.
12. Построение графа для дискретных компонентов электронных.
13. Топологический закон передачи.
14. Метод схемных определителей.
15. Выбор системы линейно независимых переменных состояния.
16. Матричная запись системы уравнений переменных состояния в нормальной форме.
17. Способы получения выходных уравнений в матричном виде.
18. Определитель графа.
19. Методы составления математической модели цепи в пространстве состояний.
20. Разложение определителя по контурам.
21. Система дифференциальных уравнений для электрической цепи.
22. . Разложение определителя на множители.
23. Формирование оптимальных выражений схемных определителей пассивных цепей.
24. Линейные графы сигналов. Учет влияния петли.
25. Передача графа. Определение передачи графа с помощью путей и контуров.
26. Расщепление узла.
27. Контурные передачи узла.
28. Реакция электронной цепи на тестовые воздействия.
29. Анализ цепей с помощью графов. Четырехполюсники
30. Импульсная и переходная характеристики цепи.

4.2. Примерный тест итогового контроля

1. Действующее значение тока, представленного в виде ряда Фурье, $i(t) = 3 + 2\sin(\omega t + 30^\circ) + \sqrt{2}\sin(3\omega t + 10^\circ)$, А равно
 а) 3.46 А; б) 3.873 А; в) 1.73 А; г) 2.45 А
 Отв. 1 а

2. Ток в цепи изменяется по закону $i(t) = I_m \sin \omega t$. Какое из выражений несправедливо, если $U_L > U_C$?



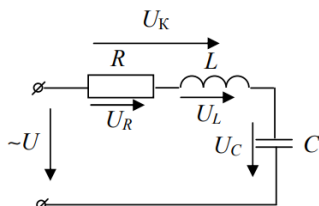
- а) $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$, $\varphi > 0$;
 б) $u_L = U_{mL} \sin(\omega t + 90^\circ)$; в) $u_R = U_{mR} \sin \omega t$;
 г) $u_C = U_{mC} \sin(\omega t + 90^\circ)$.

3. Какое из выражений для цепи синусоидального тока, состоящей из последовательно соединенных R , L и C , содержит ошибку? Ток в цепи $i(t) = I_m \sin \omega t$.

- а) $u = u_R + u_L + u_C$; б) $U = U_R + U_L + U_C$; в) $U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$;
 г) $u = I_m R \sin \omega t + I_m x_L \sin(\omega t + 90^\circ) + I_m x_C \sin(\omega t - 90^\circ)$;

Отв. 2-г, 3-б

4. Определите напряжения U_R , U_L , U_C , U_K и ток I при резонансе напряжений, если $U = 220$ В, $R = 22$ Ом, $x_L = 200$ Ом. Укажите неправильный ответ.



- а) $I = 10$ А; б) $U_R = 220$ В;
 в) $U_L = 2000$ В; г) $U_C = 2000$ В;
 д) $U_K = 2200$ В.

Отв. 4-д

5. Сколько независимых уравнений нужно записать по второму закону Кирхгофа если схема имеет 6 узлов и 10 ветвей? а) 5 б) 16 в) 4 г) 10

Отв. 5-а

6. Схема содержит N узлов и M ветвей. Сколько уравнений может быть записано по методу контурных токов?

Отв. M-N+1

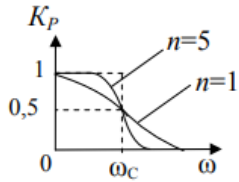
7. Какой суммой частичных токов (арифметической или алгебраической) определяются токи ветвей в методе наложения?

Отв. алгебраической

8 Проверить устойчивость системы с характеристическим уравнением $p^3 + 2p^2 + 6p + 4 = 0$.

Отв. устойчива

9. На рисунке представлен



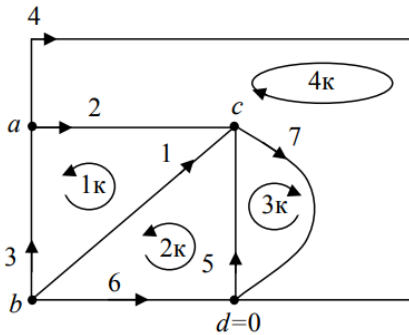
$$K_p(\omega_H) = \frac{1}{1 + \omega_H^{2n}}$$

$$\omega_H = \frac{\omega}{\omega_c}$$

- а) фильтр Чебышева;
- б) фильтр Баттерворта;
- в) фильтр Золотарева.

Отв. 9-б.

10. Составить узловую матрицу для графа

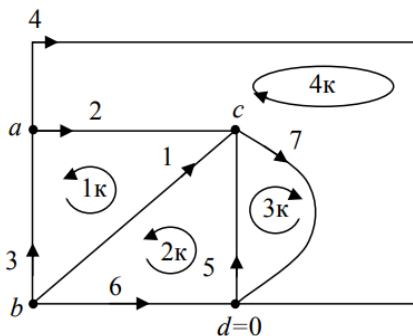


Отв.

	Ветви						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>a</i>	0	1	-1	1	0	0	0
<i>b</i>	1	0	1	0	0	1	0
<i>c</i>	-1	-1	0	0	-1	0	1

Узлы

11. составить контурную матрицу для графа



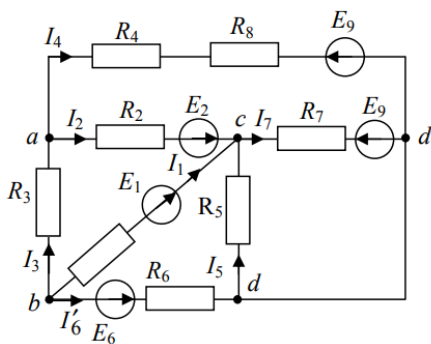
Отв.

		Ветви						
		1	2	3	4	5	6	7
1к	$B =$	1	-1	-1	0	0	0	0
2к		-1	0	0	0	1	1	0
3к		0	0	0	0	1	0	1
4к		0	-1	0	1	0	0	-1

Контура

12. Рассчитать контурные токи матрично-топологическим методом.

Пусть $E_1 = 120\text{ В}$, $E_2 = 210\text{ В}$, $E_9 = 60\text{ В}$, $J = 2\text{ А}$, $R_1 = 25\text{ Ом}$, $R_2 = 10\text{ Ом}$, $R_3 = 8\text{ Ом}$, $R_4 = 10\text{ Ом}$, $R_5 = 34\text{ Ом}$, $R_6 = 30\text{ Ом}$, $R_7 = 20\text{ Ом}$, $R_8 = 2\text{ Ом}$.



Отв.

$$I_k = (B \cdot R \cdot B^T)^{-1} \cdot B \cdot E = \begin{pmatrix} I_{11} \\ I_{22} \\ I_{33} \\ I_{44} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.201 \\ 1.08 \\ -4.445 \\ -7.165 \end{pmatrix}.$$

5. Рекомендуемая литература

5.1. Основная литература

1. Подран В.Е. Элементы топологии / В.Е. Подран. - СПб: Лань, 2008 г., 192с. ЭБС Лань.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник / Л.А.Бессонов. - М.: Гардарики 2003г.

5.2. Дополнительная литература

3. Курганов С. А. Символьный анализ и диагностика линейных электрических цепей методом схемных определителей / С. А. Курганов, В. В. Филаретов: Учебное пособие.– Ульяновск: УлГТУ, 2003.– 228 с.
4. Анализ электрических цепей методом схемных определителей: Методические указания к практическим занятиям по электротехнике и электронике для студентов машиностроительного факультета (специальность 1201 «Технология машиностроения») / Сост. В.В.Филаретов.- Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 40 с.
5. Схемно-символьный и матрично-численный анализ установившихся режимов линейных электрических цепей: Методические указания / Сост.: С.А.Курганов, В.В. Филаретов, Д.В.Шеин. – Ульяновск: УлГТУ, 2002.– 56 с.
6. Горшков К.С. Схемный подход Вильгельма Фойснера и метод схемных определителей / К.С. Горшков, В.В. Филаретов; под ред. В.В. Филаретова. - Ульяновск: УлГТУ, 2009.- 189 с.
7. Глотов А.Ф. Методы анализа и расчета электронных схем. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 124 с

8. Конторович М.И. Операционное исчисление и процессы в электрических цепях. М.: Советское радио, 2009.
9. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука, 1987.