

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем

Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Тарасенко О.В.
2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Техническая диагностика и надёжность систем электроснабжения»

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа: «Оптимизация развивающихся систем
электроснабжения»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Техническая диагностика и надёжность систем электроснабжения» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. – 29 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Техническая диагностика и надёжность систем электроснабжения» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Бухтияров И.Ю.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики «04» апреля 2023 г., протокол № 7


Заведующий кафедрой электроэнергетики  Половинка Д.В.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем «18» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Бухтияров И.Ю., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – состоит в формировании у обучающихся знаний и умений в области теории надежности систем электроснабжения промышленных предприятий и жилых районов.

Задачи:

- изучение методов обеспечения эффективности различных электроэнергетических объектов в процессе их использования;
- изучение задачи анализа (оценочные) с учётом надёжности в электроэнергетике, к которым относятся количественная оценка показателей надёжности элементов и систем, надёжности электроснабжения (ЭС) потребителей при известных параметрах, режимах, конфигурации систем электроснабжения (СЭС);
- изучение задачи синтеза (оптимизационные) надёжности с учётом надёжности в электроэнергетике, которые заключаются в выборе рациональных решений при планировании, проектировании, сооружении и эксплуатации электроэнергетических систем (ЭЭС), а также при изготовлении оборудования, обеспечивающего требуемый уровень надёжности;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Техническая диагностика и надёжность систем» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания схем подключения устройств по наиболее распространённым интерфейсам; электрические характеристики последовательных интерфейсов, умения составить схему интерфейсной микропроцессорной системы; написать программный код на языке высокого уровня, реализующий алгоритм работы интерфейсной микропроцессорной системы, навыки моделирования в программном симуляторе работы интерфейсной микропроцессорной системы; программирования, компиляции и отладки программ для интерфейсной микропроцессорной системы, написанных на языке высокого уровня; анализа и устранения синтаксических и логических ошибок, возникающих в процессе отладки программ интерфейсной микропроцессорной системы, написанных на языке высокого уровня.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин бакалавриата: «Эксплуатация систем электроснабжения», «Монтаж и наладка систем электроснабжения» и «Проектирование систем электроснабжения» и служит основой для освоения дисциплин «Современные проблемы науки и производства в электроэнергетике», «Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения», «Оптимизация режимов нейтрали электрических сетей».

Дисциплина «Техническая диагностика и надёжность систем» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.04.02 Энергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знать: организацию технического обслуживания и наладки электрооборудования объектов электроэнергетики	знать: - правила монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; - способы проверки технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;
	ПК-3.2. Уметь: применять методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов электроэнергетики	уметь: - разрабатывать планы, программы и методики монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; - проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;
	ПК-3.3. Владеть: приемами учета задач эксплуатации на этапах проектирования	владеть: - навыками регулировки, проведения испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; - определения технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего)	56		20
в том числе:			
Лекции	28		8
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	28		6
Лабораторные работы	14		6
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	74		124
Форма аттестации	экзамен	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основы теории надежности электрических систем.

Развитие науки о надежности электрических систем. Ее особенности и задачи. Основные понятия, термины и определения надежности электрических систем. Состояния и события при изучении надежности электрических систем, типы отказов.

Тема 2. Технологические особенности обеспечения надежности в электрических системах.

Свойства электрических систем, влияющие на надёжность их работы. Схемы соединения ЭС и их надёжность. Надёжность работы объединенной ЭС. Устройства управления режимом ЭС, влияющие на её надёжность.

Тема 3. Понятие о структурной и функциональной надежности электрических систем

Показатели качества энергии, влияющие на надежность. Трудности обеспечения надежности ЭС и ее живучести. Нормативные материалы по надежному управлению ЭС. Требования к надежности ЭС при проектировании. Системная автоматика как средство управления ЭС и обеспечения надёжности.

Тема 4. Технические показатели надежности элементов электрических систем и их определение

Показатели надежности невосстанавливаемых элементов электрических систем. Достоинства и недостатки показателей надёжности. Показатели надежности восстанавливаемых элементов (объектов, систем). Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем. Показатели надёжности концентрированной ЭС и методы их определения. Показатели надежности распределительных электрических сетей, при последовательном и параллельном соединении цепей. Основные показатели ремонтпригодности элементов ЭС. Выбор, обоснование и перераспределение показатели надёжности проектируемой системы. Количественные оценки показателей надёжности.

Тема 5. Структурная надёжность работы воздушных линий электропередачи систем электроснабжения

Основные понятия и показатели надёжности воздушных линий электропередачи. Надёжность двухцепных ВЛ. Надёжность ЛЭП с последовательно соединёнными элементами. Надёжность ЛЭП с параллельным соединением элементов. Надёжность ВЛ с параллельным соединением элементов при ненагруженном резерве.

Тема 6. Надёжность работы основных элементов электрических систем

Надёжность сложных схем электроснабжения. Методы получения информации о надёжности ВЛ. Статические методы обработки информации о надёжности ВЛ и оборудования ЭС.

Тема 7. Функциональная надёжность электрических систем

Функциональная надёжность в схеме станция-система. Расчёт функциональной надёжности в объединении из двух ЭС со слабой связью. Критерии режимной надёжности и их нормирование. Обеспечение режимной (функциональной) надёжности системообразующих сетей ЭС. Средства и методы

повышения надёжности распределительных сетей. Методика расчёта надёжности системообразующих сетей ЭС.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Основы теории надежности электрических систем	4		2
2.	Технологические особенности обеспечения надежности в электрических системах	4		
3.	Понятие о структурной и функциональной надежности электрических систем	4		2
4.	Технические показатели надежности элементов электрических систем и их определение	4		
5.	Структурная надёжность работы воздушных линий электропередачи систем электроснабжения	4		2
6.	Надёжность работы основных элементов электрических систем	4		
7.	Функциональная надёжность электрических систем	4		2
Итого:		28		8

4.4. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Проведение технической диагностики масляных выключателей	2		2
2.	Определение надёжности масляных выключателей после аварийного отключения	2		
3.	Проведение технической диагностики вакуумных выключателей	2		
4.	Определение надёжности вакуумных выключателей после аварийного отключения	2		2
5.	Проведение технической диагностики кабельных линий электропередачи	2		
6.	Проведение технической диагностики воздушных линий электропередачи	2		
7.	Проведение технической диагностики элементов силового трансформатора	2		2
Итого:		14		6

4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Основные понятия и показатели надёжности воздушных линий электропередачи. Надёжность двухцепных ВЛ	4		2
2.	Надёжность ЛЭП с последовательно-параллельными соединёнными элементами	4		
3.	Надёжность сложных схем электроснабжения	4		
4.	Статическая оценка законов распределения отказов ВЛ и оборудования ЭС	4		
5.	Анализ отключений ВЛ 35-750 кВ	4		
6.	Статистика повреждений элементов ЭС в распределительных сетях. Причины отказов основных элементов ЭС	4		2
7.	Определение надёжности измерительных приборов на электрических подстанциях	4		2
Итого:		28		6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1.	Показатели качества энергии, влияющие на надежность	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
2.	Технические показатели надежности элементов электрических систем	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
3.	Задания и условия решения задачи по определению надёжности. Порядок расчета.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
4.	Порядок работы на ЭВМ. Ввод исходных данных.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
5.	Схемы электроснабжения предприятий.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
6.	Теоретические основы метода расчета по средним значениям вероятностей состояния элементов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
7.	Средние вероятности состояния элемента.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		12
8.	Вероятности отказового и безотказового состояний схем с последовательным соединением	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		12

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	элементов.				
9.	Вероятности отказового и безотказового состояний схем с параллельным соединением элементов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
10.	Потоки отказов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
11.	Исследование влияния параметров надежности элементов на показатели надежности СЭС.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
12.	Основные понятия и показатели надёжности воздушных линий электропередачи.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	6		10
Итого:			74		124

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Техническая диагностика и надёжность систем» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Васильев И.Е., Надежность электроснабжения : учебное пособие для вузов / Васильев И.Е. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01244-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012444.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Ветров В.И., Электромеханические преобразователи, диагностика и защита: учеб. пособие / Ветров В.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 259 с. – ISBN 978-5-7782-2359-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778223592.html> - Режим доступа : по подписке.

3. Захаров О.Г., Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки : учебное пособие. / Захаров О.Г. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 128 с. - ISBN 978-5-9729-0073-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900732.html> - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература

1. Кузнецов Н.Л., Надежность электрических машин : учеб. пособие для вузов / Н.Л. Кузнецов - М. : Издательский дом МЭИ, 2006. - 432 с. - ISBN 5-903072-07-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5903072070.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Герасимова А.Г., Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС. Лабораторный практикум : учеб. пособие / А.Г. Герасимова - Минск : Выш. шк., 2013. - 222 с. - ISBN 978-985-06-2296-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622969.html> - Режим доступа : по подписке.

3. Матюнин В.М., Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов : пособие для научных и инженерно-технических работников / В.М. Матюнин - М. : Издательский дом МЭИ, 2006. - 215 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN590307247.html> - Режим доступа : по подписке.

4. Холодный С.Д., Методы испытаний и диагностики в электроизоляционной и кабельной технике : учебное пособие / С.Д. Холодный, С.В. Серебрянников, М.А. Боев - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-00974-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009741.html> - Режим доступа : по подписке.

5. Крупин В.Г., Высшая математика. Теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы. Сборник задач с решениями : учебное пособие /

В.Г. Крупин, А.Л. Павлов, Л.Г. Попов. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013. – 408 с. - ISBN 978-5-383-00855-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008553.html> - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Техническая диагностика и надёжность систем». Сост. И.Ю. Бухтияров. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2018. – 64 с.

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине: «Техническая диагностика и надёжность систем». Сост. И.Ю. Бухтияров. Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.И. Даля, 2017. – 37 с.

г) интернет-ресурсы:

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Табуров Д.Ю., Управление производством электроэнергии на тепловых электростанциях с помощью автоматизированных информационных систем / Д.Ю. Табуров, П.В. Николаев - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. – 466 с. - ISBN 978-5-383-01048-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010488.html> - Режим доступа : по подписке.

Лыткина Е.А., Применение информационных технологий / Лыткина Е.А. - Архангельск : ИД САФУ, 2015. - 91 с. - ISBN 978-5-261-01049-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010494.html> - Режим доступа : по подписке.

Герасименко А.А., Статистическое моделирование электрических нагрузок в задаче определения интегральных характеристик систем распределения

электрической энергии / А.А. Герасименко, И.В. Шульгин - Красноярск : СФУ, 2014. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-2931-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763829310.html> - Режим доступа : по подписке.

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Техническая диагностика и надёжность систем» предполагает использование компьютерного класса (ауд. 13 компьютерно-лабораторного центра) и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Техническая диагностика и надёжность систем»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Пороговый	знать: - правила монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; - способы проверки технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;
Основной		Базовый	уметь: - разрабатывать планы, программы и методики монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; - проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;
Заключительный		Высокий	владеть: - навыками регулировки, проведения испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; - определения технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения) очно/заочно
1.	ПК-3.	Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности;	Тема 1. Основы теории надежности электрических систем	1/3
			ПК-2.2. Уметь: выполнять разработку и анализ вариантов решения проблемы; находить оптимальное решение проблемы;	Тема 2. Технологические особенности обеспечения надежности в электрических системах	1/3
			ПК-2.3. Владеть: навыками реализации проекта; оценивать технико-экономическую эффективность проекта	Тема 3. Понятие о структурной и функциональной надежности электрических систем	1/3
			Тема 4. Технические показатели надежности элементов электрических систем и их определение	1/3	
			Тема 5. Структурная надёжность работы воздушных линий электропередачи систем электроснабжения	1/3	
			Тема 6. Надёжность работы основных элементов электрических систем	1/3	
			Тема 7. Функциональная надёжность электрических систем	1/3	

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности;	знать: - правила монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; - способы проверки технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;	Тема 1. Основы теории надежности электрических систем Тема 2. Технологические особенности обеспечения надежности в электрических системах Тема 3. Понятие о структурной и функциональной надежности электрических систем Тема 4. Технические показатели надежности элементов электрических систем и их определение Тема 5. Структурная надёжность работы воздушных линий электропередачи систем электроснабжения Тема 6. Надёжность работы основных элементов электрических систем Тема 7. Функциональная надёжность электрических систем	тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.2. Уметь: выполнять разработку и анализ вариантов решения проблемы; находить оптимальное решение проблемы;	уметь: - разрабатывать планы, программы и методики монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; - проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;		тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.3. Владеть: навыками реализации проекта; оценивать технико-экономическую эффективность проекта	владеть: - навыками регулировки, проведения испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; - определения технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения;		тестовые задания к лабораторным работам

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Техническая диагностика и надёжность систем»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Техническая диагностика и надёжность систем» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине. Вопросы базового уровня позволяют определить умения разрабатывать планы, программы и методики монтажа, регулировки, испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического оборудования; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения. Вопросы высокого уровня диагностируют владение студентом навыками регулировки, проведения испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; определения технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта для повышения надёжности систем электроснабжения.

Тестовые вопросы к защите лабораторных работ:

Вопрос 1

«Отказ» для двухцепных ВЛ, это:

Отказ любой одной цепи двухцепной ВЛ - отказ этой линии или отказ двух цепей

Отказ одной определённой цепи - отказ линии, или отказ двух цепей

Отказ двух цепей – отказ линии

Все ответы правильные.

Правильного ответа нет

Вопрос 2

Свойство объекта или технического устройства выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки – это:

Надёжность

Объект

Вероятность

Все ответы правильные

Правильного ответа нет

Вопрос 3

Предмет целевого назначения, рассматриваемый в период проектирования, производства, эксплуатации, изучения, исследования и испытания на надежность (объектами могут быть системы и их элементы, в частности сооружения, установки, технические изделия, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали:

- Вероятность
- Резерв
- Объект
- Все ответы правильные
- Правильного ответа нет

Вопрос 4

Долговечность электрической системы (сети):

Сохранение работоспособности электрической системы (сети) до предельного состояния (т.е. снижения качества передаваемой энергии, эффективности ее транспорта, снижения безопасности эксплуатации.

Свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного интервала времени

Выполнение электрической системой функций с заданными параметрами электрической энергии

Приспособленность электрической системы (сети) к управлению с целью поддержания в ней установившегося режима работы

- Правильного ответа нет

Вопрос 5

Математический аппарат теории надежности основан на применении таких разделов современной математики как:

- Теория случайных процессов
- Математическая статистика
- Теория вероятностей
- Все ответы правильные.
- Правильного ответа нет

Вопрос 6

Проблема надежности управления энергосистем вызвана следующими причинами:

Резким увеличением сложности энергосистем, включающих миллионы потребителей, тысячи узлов и элементов

Экстремальностью условий эксплуатации многих элементов энергосистем (высокие скорости, ускорения, температуры и давления, вибрация, повышенная радиация)

Повышение требований к качеству работы (эффективность, высокие параметры энергии)

- Все ответы правильные
- Правильного ответа нет

Вопрос 7

Способность выполнения основной функции - бесперебойного электроснабжения потребителей электроэнергией требуемого (нормативного) качества и исключение ситуаций опасных для людей и окружающей среды - это:

- Надежность системы генерации
- Надежность электрической системы (объединения).
- Надежность основной электрической сети
- Надежность распределительной сети
- Правильного ответа нет

Вопрос 8

Причины отказов силовых трансформаторов:

Внутренних перенапряжений, сквозных токов к.з., дефектов изготовления, старение вследствие перегрузок

- Повреждение устройств, регулирующих напряжение
- Повреждение вводов трансформаторов из-за перекрытия изоляции
- Все ответы правильные.
- Правильного ответа нет

Вопрос 9

Способность электростанции поддерживать требуемый баланс мощности при нормативном значении частоты - это:

- Надежность распределительной сети
- Надежность электрической системы (объединения)
- Надежность основной электрической сети
- Надежность системы генерации.
- Правильного ответа нет

Вопрос 10

Способность устойчиво передавать мощность из частей энергосистемы с избытком в части с ее дефицитом - это:

- Надежность распределительной сети
- Надежность электрической системы (объединения)
- Надежность основной электрической сети.
- Надежность системы генерации
- Правильного ответа нет

Вопрос 11

Способность сети поддерживать бесперебойное питание узлов нагрузки (отдельных потребителей или их групп):

- Надежность распределительной сети.
- Надежность электрической системы (объединения)
- Надежность основной электрической сети
- Надежность системы генерации
- Правильного ответа нет

Вопрос 12

Надежность электрической системы в переходном процессе - это:

Способность устойчиво передавать мощность из частей энергосистемы с избытком в части с ее дефицитом

Способность обеспечения баланса мощности и электрической энергии при нормативном качестве электроэнергии

Способность электрической системы и ее отдельных структурных частей противостоять нарушениям режима и обеспечивать электроснабжение потребителей.

Все ответы правильные

Правильного ответа нет

Вопрос 13

Надежность в установившемся режиме электрической системы - это:

Способность электростанции поддерживать требуемый баланс мощности при нормативном значении частоты

Способность обеспечения баланса мощности и электрической энергии при нормативном качестве электроэнергии.

Способность устойчиво передавать мощность из частей энергосистемы с избытком в части с ее дефицитом

Все ответы правильные

Правильного ответа нет

Вопрос 14

Формы избыточности энергосистемы:

Резервирование (повышение надежности дублированием элементов и функций, предоставление дополнительного времени для выполнения задачи, использование избыточно информации при управлении)

Совершенствование технического обслуживания, оптимизация периодичности и глубины капитальных и профилактических ремонтов, снижение продолжительности аварийных ремонтов

Совершенствование конструкций и материалов из которых сделаны элементы энергосистемы, повышение их запасов прочности, долговечности, устойчивости неблагоприятным явлениям внешней и внутренней среды

Все ответы правильные.

Правильного ответа нет

Вопрос 15

Причины недоотпуска электроэнергии потребителям:

Оперативные отключения в электроустановках персоналом для спасания от повреждения оборудования и предупреждения нарушения технологического процесса в условиях резкого снижения качества электрической энергии

Автоматические аварийные отключения питающих элементов или полное погашение питающих подстанций из-за аварийного нарушения схемы ЭС

Оперативные ограничения и отключения потребителей диспетчером для ликвидации аварии или ее предупреждения

Все ответы правильные.

Правильного ответа нет

Вопрос 16

Отказы присущие техническим устройствам:

Отказы приработочные, происходящие вследствие несовершенной технологии изготовления, эти отказы могут быть исключены путем «отбраковки» при испытании или наладке устройства

Отказы внезапные (случайные), обусловленные случайными сочетаниями многих внешних факторов, и преобладающие на промежутке нормальной эксплуатации устройства

Отказы износосвые (постепенные), вызываемые износом отдельных частей устройства или их старением, могут предотвращаться путем периодической замены элементов

Все ответы правильные.

Правильного ответа нет

Вопрос 17

Состояние, при котором значение хотя бы одного параметра находится не в пределах нормы:

Работоспособность системы (элемента)

Неработоспособность системы (элемента) .

Отказ

Отказ электрической системы

Правильного ответа нет

Вопрос 18

Состояние, при котором значения параметров системы находятся в пределах, установленных документацией:

Работоспособность системы (элемента).

Неработоспособность системы (элемента)

Отказ

Отказ электрической системы

Правильного ответа нет

Вопрос 19

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности системы (элемента) т.е. перехода ее из исправного в неисправное состояние:

Работоспособность системы (элемента)

Неработоспособность системы (элемента)

Отказ

Отказ электрической системы

Правильного ответа нет

Вопрос 20

Событие, приводящее к недоотпуску электрической энергии потребителям при прекращении или ограничении электроснабжения, снижение частоты или напряжения ниже допустимых значений по действующим нормам:

Работоспособность системы (элемента)

Неработоспособность системы (элемента)

Отказ

Отказ электрической системы

Правильного ответа нет

Вопрос 21

Способ повышения надежности объекта путем включения дополнительных элементов при проектировании или в процессе эксплуатации, а так же за счет использования избыточной информации или избыточного времени:

- Старение
- Износ
- Резервирование.
- Гибкость
- Правильного ответа нет

Вопрос 22

Процесс постепенного изменения параметров, вызываемый действием различных факторов, независимых от режима работы объекта:

- Старение
- Износ
- Резервирование
- Гибкость
- Правильного ответа нет

Вопрос 23

Процесс постепенного изменения параметров, вызываемый действием факторов, наличие которых зависит от режима работы объекта:

- Старение
- Износ
- Резервирование
- Гибкость
- Правильного ответа нет

Вопрос 24

Приспособленность объекта к сохранению работоспособности путем обеспечения различных режимов работы:

- Старение
- Износ
- Резервирование
- Гибкость
- Правильного ответа нет

Вопрос 25

Календарная продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после ремонта до наступления предельного состояния:

- Оперативная готовность
- Восстанавливаемость
- Срок службы
- Невосстанавливаемость
- Правильного ответа нет

Вопрос 26

Свойство объекта после отказа устранить повреждение:

- Оперативная готовность
- Восстанавливаемость.
- Срок службы
- Невосстанавливаемость
- Правильного ответа нет

Вопрос 27

Свойство объекта однократного использования, срок службы которого до первого отказа:

- Оперативная готовность
- Восстанавливаемость
- Срок службы
- Невосстанавливаемость
- Правильного ответа нет

Вопрос 28

Способность объекта обеспечить исправное состояние объекта в произвольный момент времени и проработать безотказно заданное время:

- Оперативная готовность
- Восстанавливаемость
- Срок службы
- Невосстанавливаемость
- Правильного ответа нет

Вопрос 29

Безотказность электрической системы (сети):

Сохранение работоспособности электрической системы (сети) до предельного состояния (т.е. снижения качества передаваемой энергии, эффективности ее транспорта, снижения безопасности эксплуатации)

Свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного интервала времени.

Выполнение электрической системой функций с заданными параметрами электрической энергии

Приспособленность электрической системы (сети) к управлению с целью поддержания в ней установившегося режима работы

- Правильного ответа нет

Вопрос 30

Работоспособность электрической системы (сети):

Сохранение работоспособности электрической системы (сети) до предельного состояния (т.е. снижения качества передаваемой энергии, эффективности ее транспорта, снижения безопасности эксплуатации)

Долговечность электрической системы (сети) сохранение ею работоспособности до предельного состояния (т.е. снижения качества передаваемой энергии, эффективности ее транспорта, снижения безопасности эксплуатации)

Безотказность свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного интервала времени (т.е. снижения качества передаваемой энергии, эффективности ее транспорта, снижения безопасности эксплуатации)

Выполнение электрической системой функций с заданными параметрами электрической энергии.

Приспособленность электрической системы (сети) к управлению с целью поддержания в ней установившегося режима работы

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к лабораторным работам»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Нормирование показателей надежности электроснабжения
2. Методы расчета надежности
3. Причины и характер повреждений основных элементов систем электроснабжения
4. Отказы в системах электроснабжения
5. Элемент в системе электроснабжения
6. Показатели надежности элементов
7. Законы распределения случайных величин в задачах надежности
8. Обработка статистических данных о надежности элементов
9. Последовательное, параллельное и смешанное соединения элементов
10. Надежность сложных структур
11. Алгоритм расчета надежности сложных структур
12. Учет преднамеренных отключений
13. Влияние организации обслуживания на надежность схем
14. Влияние надежности коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты и автоматики на надежность схем
15. Расчет показателей надежности схем электроснабжения
16. Расчет показателей надежности электроустановок
17. Показатели надежности систем электроснабжения
18. Надежность нерезервируемых сетей
19. Надежность сетей, резервируемых вручную

20. Надежность автоматизированных сетей
21. Расчет надежности систем электроснабжения с учетом структурно-иерархических уровней
22. Сельские системы электроснабжения
23. Системы электроснабжения городов
24. Системы электроснабжения промышленных предприятий
25. Характеристика электроприемников и последствия от нарушения их электроснабжения
26. Влияние режима напряжения на надежность электроснабжения потребителей
27. Расчет и оценка надежности систем электроснабжения с учетом режима напряжения
28. Характеристика потребителей и их требований к надежности
29. Выбор показателей надежности электроснабжения потребителей
30. Ущерб от нарушений электроснабжения.

Практические задания

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПОРЯДОК РАСЧЕТА

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

По условию задачи исходными данными являются:

- принципиальная электрическая схема электроснабжения;
- λ_0 , [1/км. год, 1/год] – параметры потоков отказов элементов системы;
- L , [км] – длина линий электропередач;
- $t_{в}$, [час] – время восстановления элемента;
- $\lambda_{п}$, [1/год] – параметр потока преднамеренных отключений элементов сети;
- $t_{п}$, [час] – время преднамеренного отключения элементов сети.

2. ЗАДАНИЯ И УСЛОВИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

На рисунках 1, 2, 3, 4, 5, 6 приведены схемы электроснабжения предприятий. Коммутация линий и трансформаторов осуществляется высоковольтными разъединителями и выключателями (на 110 кВ и 10 кВ).

Параметры потоков отказов и преднамеренных отключений элементов системы электроснабжения, средние времена восстановления и длительности преднамеренных отключений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры элементов СЭС

Элемент	$\lambda_o, [1/\text{км.год}]$	$L, [\text{км}]$	$t_b, [\text{час}]$	$\lambda_n, [1/\text{год}]$	$t_n, [\text{час}]$
B1	0,06	-	15	3,5	32
B2	0,06	-	15	3,5	32
B3	0,02	-	10	1	10
B4	0,02	-	10	1	10
B5	0,02	-	10	1	10
L1	0,023	80	30	2,2	32
L2	0,019	30	30	1,8	35
P1	0,015	-	14	0,2	8
P2	0,015	-	14	0,2	8
P3	0,015	-	14	0,2	8
P4	0,015	-	14	0,2	8
P5	0,01	-	10	0,3	6
P6	0,01	-	10	0,3	6
P7	0,01	-	10	0,3	6
P8	0,008	-	6	0,5	4
P9	0,008	-	6	0,5	4
T1	0,016	-	280	0,33	110
T2	0,016	-	280	0,33	110
T3	0,01	-	80	0,3	30
T4	0,01	-	80	0,3	30
T5	0,01	-	80	0,3	30
КЛ1	0,8	0,8	10	0,5	6
КЛ2	0,7	0,6	11	0,5	5
КЛ3	0,6	0,2	12	0,5	4

График нагрузки имеет две ступени: $S1 = 80$ мВт; $S2 = 60$ мВт. Соответствующие вероятности этих значений $P1 = 0,4$; $P2 = 0,6$. При расчетах вероятность отказа сборных шин принимаем равной 0; время оперативных переключений не учитываем; во время аварийного восстановления преднамеренных отключений не производится; вероятности отказов линий и подстанций не зависят от значений нагрузки.

Поток отказов элементов простейший.

Задание выдается шифром из двух блоков, каждый из которых состоит из четырех цифр.

В шифре:

- 1 цифра означает номер варианта задания (п. 4), который используется для вызова программы расчета вашего варианта;
- 2 цифра - номер, присвоенный элементу схемы в этом варианте, который подлежит преднамеренному отключению;
- 3 цифра - номер исследуемой по ее длине линии;
- 4 цифра - номер элемента схемы в этом варианте, влияние разброса параметров надежности которого исследуется.

3. ПОРЯДОК РАСЧЕТА

Расчет осуществляется в следующем порядке:

- принципиальная электрическая схема заменяется на расчетную по надежности;
- для всех элементов расчетной схемы определяются параметры потоков отказов и вероятность отказового состояния (табл. 1);
- последовательно включенные элементы на расчетной схеме заменяются эквивалентным с соответствующим определением параметра потока отказа и вероятности отказового состояния.
- расчетная схема по надежности сводится к простой схеме с параллельно-последовательным соединением элементов;
- используя соответствующие формулы определяются все интересующие параметры надежности системы для узла нагрузки, относительно которого решается задача;
- оценка влияния элемента цепи на параметры функционирования системы может быть получена просчетом вариантов с вариацией параметров интересующих элементов и сравнением полученных результатов.

В соответствии с шифром задания для узла нагрузки А требуется определить:

1. Параметр потока отказа системы электроснабжения с учетом преднамеренных отключений;
2. Среднюю вероятность отказа с учетом преднамеренных отключений;
3. Среднее время безотказной работы;
4. Среднее время восстановления;
5. Недоотпуск электроэнергии заводу за год;
6. Исследовать влияние на результаты параметров надежности системы электроснабжения отклонения параметров элементов на $\pm 25\%$, $\pm 50\%$ от средних значений, указанных в таблице 1:
 - а) времени преднамеренного отключения элемента, указанного в шифре задания (вторая цифра шифра);
 - б) длины линии электропередач (третья цифра шифра);
 - в) параметров надежности элемента (четвертая цифра шифра).

По результатам исследований построить графики изменения параметров надежности (по пп.1-6) в функции изменяемого параметра.

Эти исследования необходимо провести для двух блоков отдельно. Сделать анализ зависимостей и сопоставление полученных результатов по обоим исследованиям.

4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

ВАРИАНТ №1

Схема электроснабжения приведена на рис. 1. Элементам схемы присвоены номера:

Эле- менты	Л1	КЛ1	КЛ2	T1	T2	B3	P5	T2	T3	T4
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

ВАРИАНТ №2

Схема электроснабжения приведена на рис. 2. Элементам схемы присвоены номера:

Эле- менты	Л1	КЛ1	КЛ2	B1	B3	B4	T1	T2	T3	T4
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

ВАРИАНТ №3

Схема электроснабжения приведена на рис. 3. Элементам схемы присвоены номера:

Эле- менты	Л1	Л2	КЛ1	КЛ3	P1	P3	T1	P6	P8	T5
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

ВАРИАНТ №4

Схема электроснабжения приведена на рис. 4. Элементам схемы присвоены номера:

Эле- менты	Л1	Л2	КЛ1	КЛ2	B1	P2	T2	B3	P6	T3
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

ВАРИАНТ №5

Схема электроснабжения приведена на рис. 5. Элементам схемы присвоены номера:

Эле- менты	Л1	Л2	КЛ1	B2	P1	P4	B4	P5	T2	T3
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

ВАРИАНТ №6

Схема электроснабжения приведена на рис. 6. Элементам схемы присвоены номера:

Эле- менты	Л1	Л2	Л3	B3	T1	T2	P6	P7	T3	T4
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

5. СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

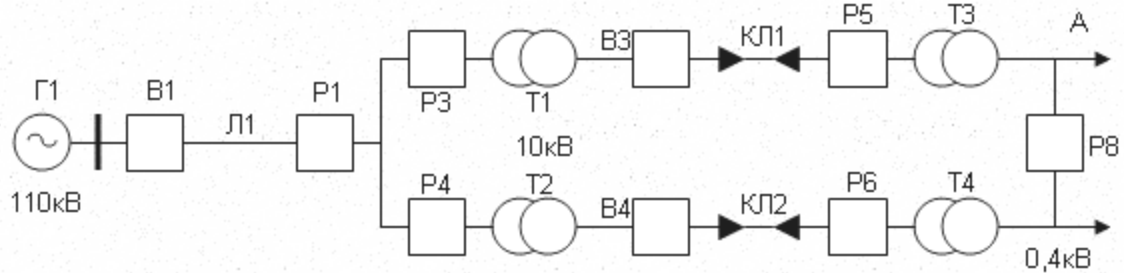


Рис. 1.

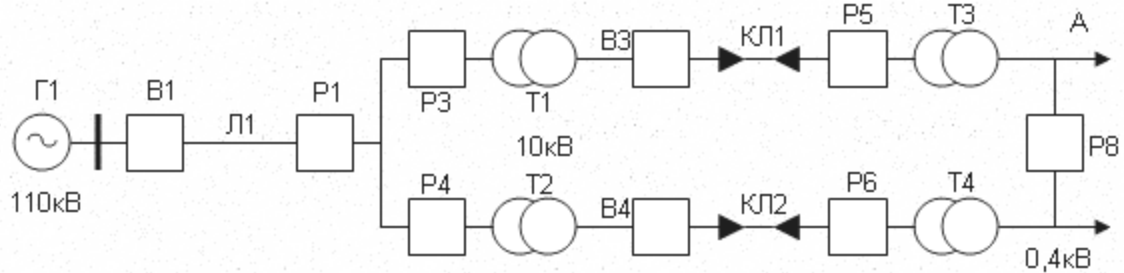


Рис. 2.

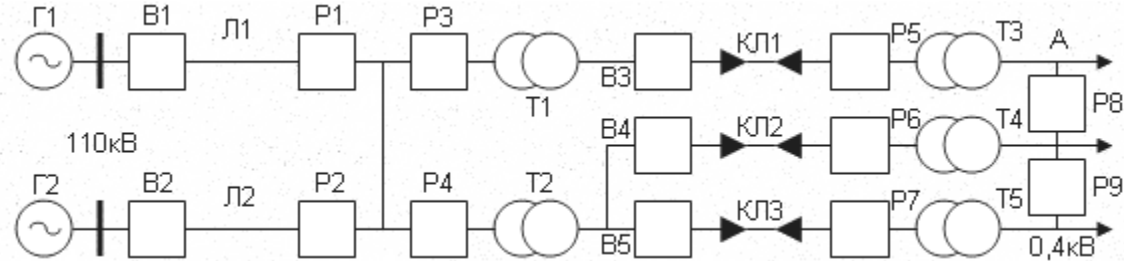


Рис. 3.

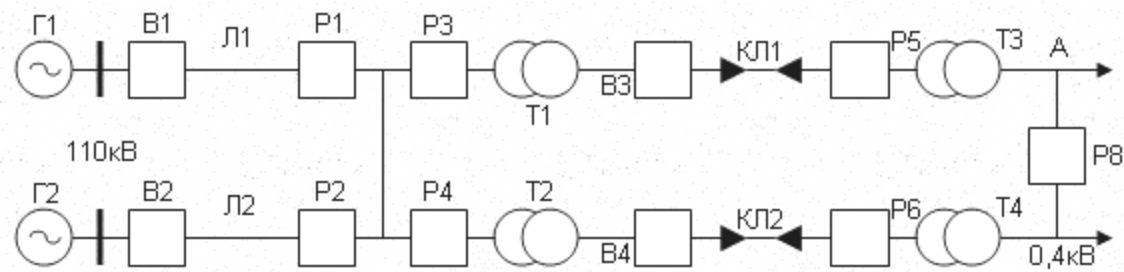


Рис. 4.

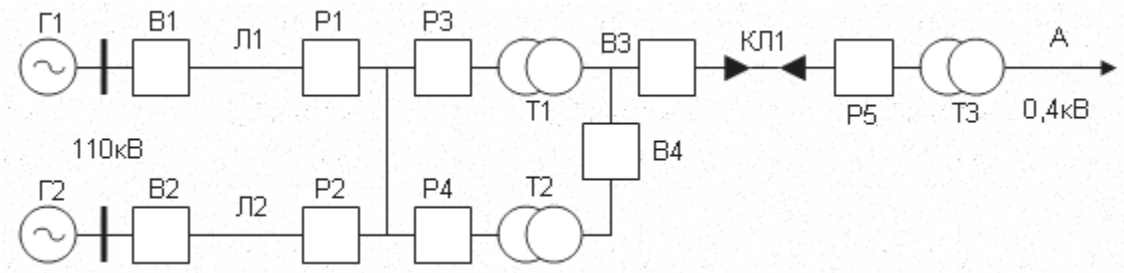


Рис. 5.

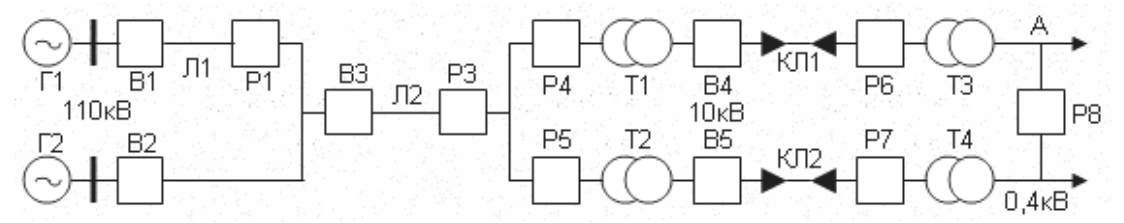


Рис. 6.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («экзамен»)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)