

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) «26» 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроэнергетические системы и сети»

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроснабжение

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») – 49 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» разработана в соответствии федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Калюжный В.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

© Калюжный В.В., 2024 г.

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» СТИ (филиал), 2024 г.

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов: изучение теории передачи электрической энергии переменным током, физику процессов, происходящих в электрических сетях и системах, способы моделирования элементов и электрической сети в целом, методы расчётов их эксплуатационных режимов, а также дать представление о требованиях к улучшению режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления ими.

Задачи: овладение методами проектирования и его алгоритмом, основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей, ознакомление с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и методами регулирования частоты и напряжения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основных технологических показателей нормального функционирования электроэнергетических систем; конструктивных и функциональных свойств структурных элементов электроэнергетических систем и сетей; свойств потребителей электрической энергии и технологических условий обеспечения их электрической энергией; методов расчета установившихся режимов электроэнергетических сетей; методологии анализа результатов расчетов режимов электроэнергетических систем; основных принципов обеспечения нормального функционирования электрических систем и оптимального управления их режимами; основ проектирования электрических сетей; умения выбрать оптимальные мероприятия для обеспечения качества и надежности электроснабжения потребителей; оценивать эффективность технологического процесса передачи, регулирования и распределения электрической энергии. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика», «Математика», «Теоретические основы электротехники», «Электротехнические материалы», «Основы метрологии и электрических измерений», служит основой для освоения дисциплин электроснабжение, электрическая часть станций и подстанций, а также позволяет в выпускной квалификационной работе выполнить специальный раздел.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению

подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, а также, самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	знать: основные технологические показатели нормального функционирования электроэнергетических систем; конструктивные и функциональные свойства структурных элементов электроэнергетических систем и сетей; свойства потребителей электрической энергии и технологические условия обеспечения их электрической энергией; методы расчета установившихся режимов электроэнергетических сетей; методологию анализа результатов расчетов режимов электроэнергетических систем; основные принципы обеспечения нормального функционирования электрических систем и оптимального управления их режимами; основы проектирования электрических сетей;
		уметь: оценивать эффективность технологического процесса передачи, регулирования и распределения электрической энергии; выбирать оптимальные мероприятия для обеспечения качества и надежности электроснабжения потребителей;
		владеть: навыками осуществления расчетов текущих и прогнозируемых режимов работы энергосистем с использованием современных средств вычислительной техники; обосновывать инженерные решения, которые принимаются технико-экономическим персоналом.

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)	288 (8 зач. ед)		288 (8 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	136		34
Лекции	68		18
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	34		8
Лабораторные работы	34		8
Самостоятельная работа студента (всего) в том числе:	152		254
Курсовая работа (курсовой проект)	54		54
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-		-
Форма аттестации	зачет, экзамен		зачет, экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Введение в электроэнергетику. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения.

Физическая природа электричества. Свойства электроэнергии. Электрическая сеть как часть электрической системы. Номинальные напряжения. Область их использования.

Тема 2. Классификация электрических сетей.

Классификация электрических сетей по роду тока, по номинальному напряжению, по конструктивному исполнению, по расположению, по конфигурации, по степени резервирования, по выполняемым функциям, характеру потребителей, по назначению в схеме электроснабжения, по режиму работы нейтрали.

Тема 3. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей.

Активное сопротивление. Реактивное сопротивление. Активная проводимость. Реактивная проводимость. Схема замещения линии электропередачи. Параметры схемы замещения трансформаторов. Общие сведения.

Тема 4. Параметры схемы замещения трансформаторов.

Параметры схемы замещения трансформаторов. Общие сведения. Двухобмоточный трансформатор. Трехобмоточный трансформатор. Двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой низкого напряжения. Автотрансформатор.

Тема 5. Характеристики основных электроприемников.

Характеристики электроприемников. Графики электрических нагрузок электроприемников. Расчет режимов. Цель расчета режимов.

Тема 6. Потери мощности и электроэнергии в элементах сети.

Потери мощности в элементах сети. Расчет потерь мощности в линиях электропередач. Расчет потерь мощности в трансформаторах. Приведенные и расчетные нагрузки потребителей. Расчет потерь электроэнергии. Мероприятия по снижению потерь мощности.

Тема 7. Векторные диаграммы ЛЭП.

Векторная диаграмма ЛЭП 35 кВ с одной нагрузкой. Векторная диаграмма ЛЭП 35 кВ с несколькими нагрузками. Векторная диаграмма ЛЭП 110 кВ с одной нагрузкой.

Тема 8. Расчет режимов электрических сетей.

Расчет режимов простых замкнутых сетей. Расчет линий с двухсторонним питанием. Отдельные случаи расчета простых замкнутых сетей.

Тема 9. Расчет местных сетей (сетей напряжением $U_{ном} \leq 35$ кВ) по потере напряжения.

Допустимые потери напряжения в линиях местных сетей. Допущения, положенные в основу расчета местных сетей. Определение наибольшей потери напряжения.

Тема 10. Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.

Общие положения методов. Расчет сечений проводов из условия постоянства сечений на участках. Расчет сечений проводов из условия минимального расхода проводникового материала. Расчет сечений проводов из условия минимума потерь мощности в сети. Этапы расчета при разных условиях. Сравнительная характеристика методов.

Семестр 2

Тема 11. Расчет режимов простых замкнутых сетей.

Расчет линий с двухсторонним питанием. Частные случаи расчета простых замкнутых сетей.

Тема 12. Расчет режимов сложнозамкнутых сетей.

Суть метода преобразования. Прием 1. Замена площади сечения проводов участка сети эквивалентной. Прием 2. Замена параллельных линий при отсутствии на них нагрузок эквивалентной линией. Прием 3. Замена источников напряжения, присоединенных к одной точке сети, одним эквивалентным. Прием 4. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду. Прием 5. Перенос нагрузок в другие точки сети.

Тема 13. Баланс мощностей в энергосистеме.

Статические характеристики мощности по напряжению, по частоте. Анализ баланса мощностей в энергосистеме.

Тема 14. Реактивная мощность в энергосистеме. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС.

Общие положения. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Генерация реактивной мощности генераторами ЭС.

Тема 15. Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности.

Общие положения. Синхронные компенсаторы. Батареи конденсаторов. Поперечная компенсация. Продольная компенсация. Выбор мощности батарей конденсаторов при поперечной компенсации. Статические источники реактивной мощности.

Тема 16. Методы регулирования напряжения.

Общие положения. Регулирование напряжения в центрах питания. Метод встречного регулирования. Регулирование напряжения на электростанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.

Тема 17. Устройства регулирования напряжения.

Устройство РПН двухобмоточного трансформатора. Устройство РПН автотрансформатора. Выбор ответвлений двухобмоточного трансформатора. Выбор ответвлений трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора. Регулирование напряжения при помощи линейных регуляторов. Регулирование

напряжения при помощи устройств продольной компенсации. Регулирование напряжения при помощи устройств поперечной компенсации.

Тема 18. Экономичность режимов электрических систем.

Общие сведения. Оптимальное распределение активной мощности между электростанциями. Оптимальное распределение мощности в замкнутых сетях. Экономичный режим работы трансформаторов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Введение в электроэнергетику. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения.	4		2
2.	Классификация электрических сетей.	4		
3.	Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей.	4		
4.	Параметры схемы замещения трансформаторов.	4		2
5.	Характеристики основных электроприемников.	4		
6.	Потери мощности и электроэнергии в элементах сети.	4		
7.	Векторные диаграммы ЛЭП.	2		2
8.	Расчет режимов электрических сетей.	2		
9.	Расчет местных сетей (сетей напряжением $U_{\text{ном}} \leq 35$ кВ) по потере напряжения.	4		
10.	Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.	2		2
11.	Расчет режимов простых замкнутых сетей.	4		2
12.	Расчет режимов сложнзамкнутых сетей.	4		
13.	Баланс мощностей в энергосистеме	4		2
14.	Реактивная мощность в энергосистеме. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС.	4		2
15.	Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности.	4		2
16.	Методы регулирования напряжения.	4		2
17.	Устройства регулирования напряжения.	4		
18.	Экономичность режимов электрических систем.	6		
Итого:		68		18

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Расчет параметров электрических схем замещения ЛЭП	2		1
2	Расчет параметров схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов	2		
3	Составление схем замещения электрической сети. Определение приведенной и расчетной нагрузок узла	4		1
4	Расчет режимов в разомкнутых сетях	2		
5	Расчет режимов в кольцевых сетях	2		1
6	Расчет режимов в сетях с двухсторонним питанием	2		
7	Выбор ответвлений РПН трансформаторов, автотрансформаторов, линейных регуляторов	2		1
8	Расчет режимов в сетях с несколькими номинальными напряжениями	2		
9	Расчет вероятностных характеристик графиков нагрузки подстанций и режимных характеристик сети	2		1
10	Разработка и технический анализ вариантов конфигурации электрической сети	2		
11	Определение рационального напряжения сети	2		1
12	Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на ПС. Выбор и проверка сечений воздушных и кабельных линий	2		
13	Расчет экономических показателей электрических сетей. Выбор оптимального варианта схемы электрической сети	2		1
14	Регулирование напряжения в электрической сети	2		
15	Преобразование и эквивалентирование схем электрических сетей сложной конфигурации	2		1
16	Определение потерь электроэнергии в электрической сети	2		
Итого:		34		8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Вводное занятие. Техника безопасности.	2		2
2.	Исследование режимов работы токоограничивающего реактора	4		
3.	Исследование режимов нейтрали сети до 1000 В	4		
4.	Исследование режимов нейтрали сети выше 1000 В	2		2
5.	Исследование продольной компенсации реактивной мощности	2		
6.	Исследование режимов сети с автотрансформаторами.	4		
7.	Круговые диаграммы линий электропередач.	4		2
8.	Механическая прочность монометаллических проводов.	4		
9.	Механическая прочность сталеалюминиевых проводов.	4		2
10.	Исследование режимов сложно-замкнутых сетей.	4		
Итого:		34		8

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Физическая природа электричества. Свойства электроэнергии. Электрическая сеть, как часть электрической системы. Номинальные напряжения. Область их использования.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		15
2.	Классификация электрических сетей по роду тока, по номинальному напряжению, по конструктивному	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		15

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	исполнению, по расположению, по конфигурации, по степени резервирования, по выполняемым функциям, по характеру потребителей, по назначению в схеме электроснабжения, по режиму работы нейтрали.				
3.	Конструкции линий электропередач. Воздушные линии электропередач. Кабельные линии электропередач	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		15
4.	Активное сопротивление. Реактивное сопротивление. Активная проводимость. Реактивная проводимость. Схема замещения линии электропередачи. Параметры схемы замещения трансформаторов.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		15
5.	Двухобмоточный трансформатор. Трехобмоточный трансформатор. Двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой низкого напряжения. Автотрансформатор.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		15
6.	Характеристики основных электроприемников. Характеристики электроприемников. Графики электрических нагрузок электроприемников.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	7		15
7.	Расчет режимов. Цель расчета режимов. Основные допущения. Расчет режима при заданном напряжении в конце линии электропередачи. Расчет режима при заданном напряжении в начале линии электропередачи (на источнике питания). Расчет сетей различного номинального напряжения.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		15

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
8.	Потери мощности в элементах сети. Расчет потерь мощности в линиях электропередач. Расчет потерь мощности в трансформаторах. Приведенные и расчетные нагрузки потребителей. Расчет потерь электроэнергии. Мероприятия по снижению потерь мощности.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		15
9.	Векторные диаграммы линий электропередач. Расчет местных сетей (сетей напряжения) по потере напряжения. Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
10.	Расчет режимов простых замкнутых сетей. Расчет линий с двухсторонним питанием. Отдельные случаи расчета простых замкнутых сетей	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
11.	Суть метода преобразования. Замена площади сечения проводов участка сети эквивалентной. Замена параллельных линий при отсутствии на них нагрузок эквивалентной линией. Замена источников напряжения, присоединенных к одной точке сети, одним эквивалентным. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду. Перенос нагрузок в другие точки сети.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
12.	Баланс мощностей в энергосистеме Баланс выдаваемой и потребляемой мощности. Потери активной	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16

№	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
	мощности. Суммарные потери реактивной мощности.				
13.	Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности генераторами электростанций. Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности.	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8		16
14.	Курсовая работа на тему: "Электрическая часть электрической сети"	выполнение курсового проекта	54		54
Итого:			152		254

4.7. Курсовой проект по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

Тема курсового проекта "Электрическая часть электрической сети" с заданными по вариантам индивидуальной конфигурацией сети и мощностями потребителей.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- лекционные занятия проводятся с использованием традиционных и современных образовательных технологий: компьютерных презентаций, выполненных в редакторе PowerPoint по каждой теме, видеофильмов.

- презентации содержат большое количество эскизов, фото, чертежей, схем. Презентации в аудитории представляются с помощью мультимедийного проектора. Расчеты на практических занятиях выполняются с использованием программы Mathcad.

- 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. Лаврентьев В.М., Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ВЛ 110 - 1150 кВ: учебно-практическое пособие / Лаврентьев В.М. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01242-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012420.htm>

2. Герасимова В.Г., Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Герасимова В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01175-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978538301175>

3. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002.-248 с.

4. Рыжов Ю.П., Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Рыжов Ю.П. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01101-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011010.html>

б) дополнительная литература

1. Пособие для вузов / Шведов Г.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01218-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012185.html>

2. Балаков Ю.Н., Безопасность электрических сетей в вопросах и ответах в 2 ч. Часть 2. Техническое обслуживание электрических сетей / Балаков Ю.Н. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01217-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012178.html>

3. Коротков В.Ф., Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах : учебник для вузов / Коротков В.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01210-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012109.html>

4. СО 153-34.47.36-2003 Рекомендации по технологическому проектированию ВЛ 35 и выше. Утверждены приказом Минэнерго РФ №288 от 30 июня 2003 г.

5. Идельчик В.И. Электрические системы и сети.: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1989.

6. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов: Учеб. пособие для студентов электроэнергетических спец. вузов, 2-е изд., перер. и доп. /В.М.Блок и др.: Под ред. В.М. Блок. -М.: Высш. шк.,1990. - 383 с.: ил.

7. СО 153-34.47.37-2003 Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. Утверждены приказом Минэнерго РФ №288 от 30 июня 2003 г.

8. ГОСТ 14209-97. (мэк 354-91) руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов. Loading guide for oil-immersed power transformers. Дата введения 2002.01.01

9. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов. Под ред. В.А. Строева. 1999 год.

10. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. М., 2002. 69

в) методические рекомендации

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические системы и сети», часть I (для студентов, обучающихся по направлению «Электротехника и электротехнологии». – Луганск: Изд-во: ЛГУ им. В. Даля; 2016. – 46с. Кузьменко Д.И., Яременко С.П.

2. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Электрические системы и сети» на тему «Электрическая часть электрической сети», (для студентов, обучающихся по направлению «Электротехника и электротехнологии». – Луганск: Изд-во: Луганского гос. Университета им. В. Даля; 2015. – 94 с. Бухтияров И.Ю, Яременко С.П., Моисеев А.Н.

3. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». – Луганск: ЛГУ им. В. Даля; 2023. – 59 с. Бухтияров И.Ю, Яременко С.П.

г) интернет-ресурсы:

<http://www.iqlib.ru> Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам и отраслям знаний

Консультант + Справочно-правовая система. Содержит законодательную базу, нормативно-правовое обеспечение, статьи.

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/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» предполагает использование специализированной лаборатории (ауд. 109) электроэнергетических систем и сетей, оснащенная персональными компьютерами и лабораторными стендами со схемами лабораторных работ и т.д. и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Браузер	Opera	http://www.opera.com
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 «Электроэнергетические системы и сети»

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-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Пороговый	знать: основные технологические показатели нормального функционирования электроэнергетических систем; конструктивные и функциональные свойства структурных элементов электроэнергетических систем и сетей; свойства потребителей электрической энергии и технологические условия обеспечения их электрической энергией; методы расчета установившихся режимов электроэнергетических сетей; методологию анализа результатов расчетов режимов электроэнергетических систем; основные принципы обеспечения нормального функционирования электрических систем и оптимального управления их режимами; основы проектирования электрических сетей;
Основной		Базовый	уметь: оценивать эффективность технологического процесса передачи, регулирования и распределения электрической энергии; выбирать оптимальные мероприятия для обеспечения качества и надежности электроснабжения потребителей;
Заключительный		Высокий	владеть: навыками осуществления расчетов текущих и прогнозируемых режимов работы энергосистем с использованием современных средств вычислительной техники; обосновывать инженерные решения, которые принимаются технико-экономическим персоналом.

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-2	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	Тема 1. Введение в электроэнергетику. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения.	5/5
				Тема 2. Классификация электрических сетей.	5/5
				Тема 3. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей.	5/5
				Тема 4. Параметры схемы замещения трансформаторов.	5/5
				Тема 5. Характеристики основных электроприемников	5/5
				Тема 6. Потери мощности и электроэнергии в элементах сети.	5/5
				Тема 7. Векторные диаграммы ЛЭП.	5/5
				Тема 8. Расчет режимов электрических сетей.	5/5
				Тема 9. Расчет местных сетей (сетей напряжением $U_{ном} \leq 35$ кВ) по потере напряжения.	5/5

№ 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
				Тема 10. Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения.	5/5
				Тема 11. Расчет режимов простых замкнутых сетей.	6/6
				Тема 12. Расчет режимов сложнзамкнутых сетей.	6/6
				Тема 13. Баланс мощностей в энергосистеме.	6/6
				Тема 14. Реактивная мощность в энергосистеме. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС.	6/6
				Тема 15. Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности.	6/6
				Тема 16. Методы регулирования напряжения.	6/6
				Тема 17. Устройства регулирования напряжения.	6/6
				Тема 18. Экономичность режимов электрических систем.	6/6

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-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования	знать: основные технологические показатели нормального функционирования электроэнергетических систем; конструктивные и функциональные свойства структурных элементов электроэнергетических систем и сетей; свойства потребителей электрической энергии и технологические условия обеспечения их электрической энергией; методы расчета установившихся режимов электроэнергетических сетей; методологию анализа результатов расчетов режимов электроэнергетических систем; основные принципы обеспечения нормального функционирования электрических систем и оптимального управления их режимами; основы проектирования электрических сетей;	Тема 1. Введение в электроэнергетику. Цели и задачи курса. Основные понятия. Номинальные напряжения. Тема 2. Классификация электрических сетей. Тема 3. Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей. Тема 4. Параметры схемы замещения трансформаторов.	тестовые задания к лабораторным работам

№ п/п	Код ком- петен- ции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наимено- вание оценочно- го средства
		ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации объектов профессиональной деятельности	уметь: оценивать эффективность технологического процесса передачи, регулирования и распределения электрической энергии; выбирать оптимальные мероприятия для обеспечения качества и надежности электроснабжения потребителей;	Тема 5. Характеристики основных электроприемников. Тема 6. Потери мощности и электроэнергии в элементах сети. Тема 7. Векторные диаграммы ЛЭП. Тема 8. Расчет режимов электрических сетей.	тестовые задания к лабораторным работам
		ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности	владеть: навыками осуществления расчетов текущих и прогнозируемых режимов работы энергосистем с использованием современных средств вычислительной техники; обосновывать инженерные решения, которые принимаются технико-экономическим персоналом.	Тема 9. Расчет местных сетей (сетей напряжением $U_{ном} \leq 35$ кВ) по потере напряжения. Тема 10. Расчет сечений проводов по допустимой потере напряжения Тема 11. Расчет режимов простых замкнутых сетей. Тема 12. Расчет режимов сложнзамкнутых сетей. Тема 13. Баланс мощностей в энергосистеме. Тема 14.	

№ п/п	Код ком- петен- ции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наимено- вание оценочно- го средства
				Реактивная мощность в энергосистеме. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности генераторами ЭС. Тема 15. Реактивная мощность в энергосистеме. Компенсация реактивной мощности. Тема 16. Методы регулирования напряжения. Тема 17. Устройства регулирования напряжения. Тема 18. Экономичность режимов электрических систем.	

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Тестовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» 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 оценки эффективности технологического процесса передачи, регулирования и распределения

электрической энергии; выбора оптимальных мероприятий для обеспечения качества и надежности электроснабжения потребителей.

Вопросы высокого уровня диагностируют владение навыками осуществления расчетов текущих и прогнозируемых режимов работы энергосистем с использованием современных средств вычислительной техники; обосновывать инженерные решения, которые принимаются технико-экономическим персоналом.

·

Тест №1

1. Что должны обеспечивать силовые трансформаторы в нормальных условиях?
 - а) питание всех электроприемников предприятия;
 - б) надежность работы;
 - в) отклонение питающего напряжения от номинального;
 - г) несимметрию фаз;
 - д) отклонение частоты от номинальной.
2. Сколько трансформаторов должно быть на ГПП предприятия с электроприемниками первой и второй категории надежности?
 - а) не более 2-х;
 - б) не менее 2-х;
 - в) сколько угодно;
 - г) один;
 - д) верного ответа нет.
3. Что обеспечивает установка на подстанции не более 2-х трансформаторов?
 - а) экономичность;
 - б) безаварийность;
 - в) надежное питание потребителей всех категорий;
 - г) верного ответа нет.

·

4. Что должны обеспечивать силовые трансформаторы в нормальных условиях?
- а) питание всех электроприемников предприятия;
 - б) надежность работы;
 - г) экономию электроэнергии.
5. Сколько трансформаторов должно быть на ГПП предприятия с электроприемниками первой и второй категории надежности?
- а) не более 2-х;
 - б) не менее 2-х;
 - в) один;
 - г) сколько угодно.
6. Что обеспечивает установка на подстанции не более 2-х трансформаторов?
- а) надежное питание потребителей всех категорий;
 - б) безаварийность;
 - в) экономичность;
7. Что необходимо знать для выбора мощности цеховых трансформаторных подстанций?
- а) среднюю расчетную мощность за максимально загруженную смену;
 - б) максимальную расчетную мощность;
 - в) полную расчетную мощность.
8. Какой должна быть работа трансформаторов на двух трансформаторных подстанциях в сетях промышленных предприятий для уменьшения токов К.З.?
- а) раздельной параллельной;
 - б) совместной;
 - в) поочередной.
9. В электроустановках на какое напряжение применяют трехпроводные сети с изолированной нейтралью?
- а) до 1 кВ;
 - б) выше 110 кВ;
 - в) 6-10-35 кВ.
10. Система, с какой нейтралью наиболее экономична?
- а) с изолированной;
 - б) с глухозаземленной;
 - в) с эффективнозаземленной;
 - г) с резонансно-заземленной.

Тест №2

1. Электроустановки с глухозаземленной нейтралью следует применять при повышенных требованиях к чему?

- а) к безопасности;
- б) к экономичности;
- в) к простоте.

2. Какая система не имеет четвертого (нулевого) провода?

- а) система с изолированной нейтралью;
- б) система с глухозаземленной нейтралью;
- в) система с резонансно-заземленной нейтралью.

3. На какое напряжение применяют сети с резонансно-заземленной нейтралью?

- а) 6-35 кВ;
- б) до 6 кВ;
- в) выше 110 кВ.

4. На какое напряжение применяют сети с эффективно-заземленной нейтралью?

- а) 110 кВ и выше;
- б) 35 кВ;
- в) 6-10 кВ.

5. При определении расчетной нагрузки в сельском хозяйстве пользуются коэффициентом одновременности:

- а) - при любых нагрузках на вводах потребителей;
- б) - при нагрузках, отличающихся друг от друга более чем в 4 раза;
- в) - при нагрузках, отличающихся друг от друга менее чем в 4 раза;
- г) - при нагрузках, отличающихся друг от друга менее чем в 6 раз.

6. Суммирование нагрузок методом надбавок, применяемом в сельском хозяйстве осуществляется, если:

- а) - нагрузки отличаются не более чем в 2 раза;
- б) - нагрузки отличаются более чем в 2 раза;
- в) - нагрузки отличаются более чем в 4 раза;
- г) - нагрузки равны.

7. Из годового графика нагрузки объекта можно определить:

- а) - среднее время действия нагрузки потребителя;

- б) - максимальное время действия нагрузки;
- в) - время использования максимальной нагрузки;
- г) - длительность использования электрооборудования.

8. Расчетная нагрузка – это значение полной мощности за:

- а) - 0,5 часа;
- б) - 24 часа;
- в) - 5 минут;
- г) - 12 часов.

9. Сопоставить допустимую нагрузку трансформаторов в нормальном режиме и категорию электроснабжения

- | | |
|---------------------|----------|
| а) Вторая категория | 0,6-0,7; |
| б) Третья категория | 0,7-0,8; |
| в) Первая категория | 0,9-0,95 |

10. Метод упорядоченных диаграмм используется для расчета электрических нагрузок:

- а) - промышленных предприятий;
- б) - ферм КРС;
- в) - жилых помещений городского типа;
- г) - индивидуальных частных предприятий.

Тест №3

1. При определении расчетной нагрузки в сельском хозяйстве пользуются коэффициентом одновременности:

- а) - при любых нагрузках на вводах потребителей;
- б) - при нагрузках, отличающихся друг от друга более чем в 4 раза;
- в) - при нагрузках, отличающихся друг от друга менее чем в 4 раза;
- г) - при нагрузках, отличающихся друг от друга менее чем в 6 раз.

2. Суммирование нагрузок методом надбавок, применяемом в сельском хозяйстве осуществляется, если:

- а) - нагрузки отличаются не более чем в 2 раза;
- б) - нагрузки отличаются более чем в 2 раза;

в) - нагрузки отличаются более чем в 4 раза;

г) - нагрузки равны.

3. Из годового графика нагрузки объекта можно определить:

а) - среднее время действия нагрузки потребителя;

б) - максимальное время действия нагрузки;

в) - время использования максимальной нагрузки;

г) - длительность использования электрооборудования.

4. Расчетная нагрузка – это значение полной мощности за:

а) - 0,5 часа;

б) - 24 часа;

в) - 5 минут;

г) - 12 часов.

5. Метод упорядоченных диаграмм используется для расчета электрических нагрузок:

а) - промышленных предприятий;

б) - ферм КРС;

в) - жилых помещений городского типа;

г) - индивидуальных частных предприятий.

6. Из годового графика нагрузки объекта можно определить:

а) - среднее время действия нагрузки потребителя;

б) - максимальное время действия нагрузки;

в) - время использования максимальной нагрузки;

г) - длительность использования электрооборудования.

7. Какая должна быть расчетная максимальная мощность, потребляемая электроприемниками предприятия?

а) должна быть меньше суммы номинальных мощностей этих электроприемников;

б) должна быть больше суммы номинальных мощностей этих электроприемников;

в) должна быть равна сумме номинальных мощностей этих электроприемников

8. Что обеспечивает правильное определение ожидаемых расчетных нагрузок?

а) бесперебойность питания, надежность электроснабжения;

б) безопасность эксплуатации;

в) возможность эксплуатации сети без обслуживания.

9. К чему приводит завышение ожидаемых нагрузок?

- а) к удорожанию строительства;
- б) к уменьшению пропускной способности;
- в) к нагреву проводов.

10. Что необходимо иметь для расчета электрических нагрузок?

- а) перечень оборудования с указанием номинальных мощностей, месторасположения на генплане в масштабе 1:100;
- б) перспективу развития предприятия на ближайшие 5 лет;
- в) наименование предприятия и вид выпускаемой продукции.

Тест №4

1. Какой метод является основным при расчете электрических нагрузок в сети до 1000В?

- а) метод упорядоченных диаграмм (коэффициента максимума);
- б) метод коэффициента спроса;
- в) метод удельного потребления электроэнергии на единицу продукции.

2. Концевая опора устанавливается:

- а) - в начале и в конце линии;
- б) - на ответвлениях линии;
- в) - во всех перечисленных случаях;
- г) - на мостах.

3. Анкерные опоры:

- а) - устанавливают в местах изменения направления воздушной линии;
- б) - сооружают при переходе через реки и ущелья;
- в) - закрепляют жестко и рассчитывают на обрыв части проводов;
- г) - сооружают при переходе через железные дороги.

4. Номинальную мощность силового трансформатора выбирают:

- а) - по интервалам экономических нагрузок при учете перегрузочной способности;
- б) - по максимальной электрической нагрузке потребителей с учетом потерь в стали трансформатора;
- в) - максимальному току и группе соединения обмоток трансформатора;

- г) - по напряжению с учетом климатических условий.
5. Нагрузка на вводе потребителя задается максимумами:
- а) - реактивной дневной и вечерней нагрузки;
 - б) - активной дневной и вечерней нагрузки;
 - в) - только реактивной дневной нагрузки;
 - г) - только активной вечерней нагрузки.
6. Глубоким вводам в системе электроснабжения потребителей называют непосредственную трансформацию:
- а) - 35 кВ на 10 кВ;
 - б) - 35 кВ на 0,38 кВ;
 - в) - 10 кВ на 0,38 кВ;
 - г) - 35 кВ на 6 кВ.
7. Недостатком кабельных линий является:
- а) - низкая надежность;
 - б) - высокая стоимость кабельной линии;
 - в) - низкое качество электроэнергии;
 - г) - низкая морозоустойчивость.
8. Во сколько раз линейное напряжение отличается от фазного напряжения?
- а) $\sqrt{3}$
 - б) $\sqrt{2}$
9. Как делятся шинопроводы по назначению?
- а) смешанные (ШСА);
 - б) магистральные (ШМА);
 - в) осветительные (ШОС).
10. Для чего предназначены осветительные шинопроводы?
- а) для питания большого количества светильников;
 - б) для питания электротехнологического оборудования;
 - в) для питания отдельных удаленных электроприемников.

1. Для чего предназначены троллейные шинопроводы?
 - а) для питания передвижного электрооборудования;
 - б) для питания неподвижного электрооборудования;
 - в) для питания осветительного оборудования.
2. Для чего предназначены распределительные пункты?
 - а) для приёма и распределения электроэнергии;
 - б) для производства и распределения электроэнергии;
 - в) для учёта электроэнергии.
3. Как различаются распределительные пункты по конструктивному исполнению?
 - а) с зажимами на вводе и с автоматическими выключателями;
 - б) навесные, напольные, утопленные;
 - в) с однополюсными и трехполюсными автоматическими выключателями на отходящих линиях
4. С помощью чего можно определить наиболее выгодное расположение цеховых трансформаторных подстанций?
 - а) картограммы нагрузок;
 - б) главной схемы;
 - в) генерального плана объекта.
5. По какому методу удобно определить центр энергетических нагрузок?
 - а) метод нахождения геометрического центра тяжести плоской фигуры;
 - б) метод аналогии массы и электронагрузками;
 - в) методом удельной плотности электрических нагрузок.
6. Удельное индуктивное сопротивление проводов воздушной линии электропередачи марки А определяется, в основном:
 - а) - плотностью проходящего по ним тока;
 - б) - расстоянием между проводами линии;
 - в) - диаметром проводов линии;
 - г) - относительной магнитной проницаемостью материала провода.
7. При включении трех фаз однофазных нагрузок в звезду ток в нулевом проводе равен:
 - а) - утроенному значению тока нулевой последовательности;
 - б) - току прямой последовательности;
 - в) - току обратной последовательности;

г) - геометрической сумме фазных токов.

8. Какого из перечисленных классов напряжения не существует в промышленности?

а) 550 кВ;

б) 330 кВ;

в) 110 кВ.

9. Какие вопросы при построении рациональных и экономичных систем электроснабжения промышленных предприятий являются основными?

а) вопросы выбора схем электроснабжения;

б) вопросы выбора схем электроосвещения;

в) вопросы территориального размещения.

10. Как делится система электроснабжения промышленных предприятий?

а) наружная;

б) внешняя;

в) внутренняя.

Тест №6

1. Для электроснабжения каких предприятий применяют глубокие вводы высокого напряжения?

а) крупных предприятий;

б) мелких предприятий;

в) средних предприятий.

2. Сколько в среднем процентов мощности теряется на каждой ступени трансформации?

а) 5 %;

б) 6 %;

в) 3 %.

3. При включении трех фаз однофазных нагрузок в треугольник, составляющая тока нулевой последовательности равна:

а) - сумме фазных токов;

б) - сумме линейных токов;

в) - отсутствует;

г) - сумме токов прямой последовательности.

4. Что такое КЗ?

- а) коэффициент защиты;
- б) коэффициент загрузки;
- в) коэффициент замыкания.

5. Какой вид К.З. наиболее часто возникает в сети?

- а) однофазное К.З.;
- б) двухфазное К.З.;
- в) трехфазное К.З.

6. Что такое устойчивое К.З.?

- а) К.З. которое с течением времени не исчезает;
- б) К.З. которое невозможно отключить;
- в) К.З. которое периодически повторяется.

7. К чему приводит старение изоляции?

- а) к возникновению К.З.;
- б) к уменьшению пропускной способности токоведущих частей;
- в) к снижению напряжения в сети

8. По какому виду К.З. необходимо выбирать силовое электрооборудование?

- а) трехфазное К.З.;
- б) двухфазное К.З.;
- в) однофазное К.З. на землю.

9. От чего зависит величина тока К.З.?

- а) от мощности энергосистемы;
- б) от мощности потребителей;
- в) от вида распределительного устройства;

10. Что такое К.З.?

а) всякое случайное или преднамеренное, непредусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек между собой или землей, при котором токи в ветвях резко возрастают;

б) всякое случайное или преднамеренное, непредусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек между собой или землей, при котором токи в ветвях резко уменьшаются за счет увеличения напряжения;

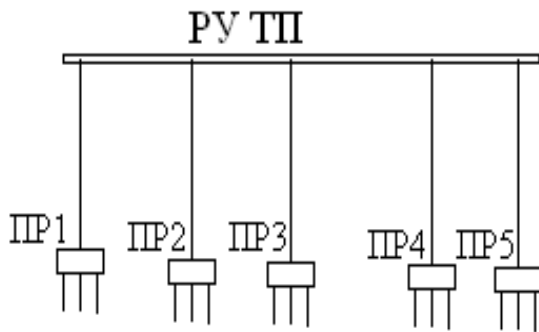
в) всякое случайное или преднамеренное, непредусмотренное нормальным режимом работы, электрическое соединение различных точек между собой или землей, при котором токи в ветвях плавно увеличиваются.

Тест №7

1. Что необходимо учесть при составлении расчетной схемы и схемы замещения в сетях до 1000В?
 - а) активные и индуктивные сопротивления всех элементов;
 - б) активную и реактивную мощности;
 - в) токи К.З.
2. В процессе К.З. проводники нагреваются. Что происходит с сопротивлением?
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) остается неизменным.
3. По какой формуле определяется ударный ток К.З.?
 - а. $i_y = \sqrt{3}k_y \times I_k$
 - б. $i_y = \sqrt{2}k_y \times I_k$
 - в. $i_y = k_y \times I_k$
4. На величину тока К.З. оказывают ли влияние асинхронные электродвигатели мощностью более 1000 В?
 - а) расположенные вблизи от места К.З.;
 - б) расположенные вдали от места К.З.
5. Почему можно не учитывать апериодическую составляющую тока К.З.?
 - а) медленно затухает;
 - б) быстро затухает;
 - в) так как величина постоянная.
6. Какую схему составляют для расчета токов К.З.?
 - а) однолинейную расчетную схему;
 - б) принципиальную схему;
 - в) структурную схему.
7. Ток К.З. для выбора токоведущих частей и аппаратов рассчитывается, в каком режиме работы электроустановки?

- а) в нормальном режиме;
- б) в аварийном режиме;
- в) в ремонтном режиме.

8. Какая схема изображена на рисунке?



- а) радиальная схема;
- б) магистральная схема;
- в) смешанная схема.

9. Какой недостаток у радиальных схем?

- а) малая экономичность, большое число защитной и коммутационной аппаратуры;
- б) низкая надежность электроснабжения;
- в) упрощает конструкции цеховой подстанции.

10. Какие схемы наиболее часто применяются в производственных цехах?

- а) радиальная схема;
- б) магистральная схема;
- в) смешанная схема.

Тест №8

1.. Разновидностью, каких схем являются схема БТМ (блок трансформатор-магистраль)?

- а) магистральная схема;
- б) радиальная схема;
- в) смешанная схема.

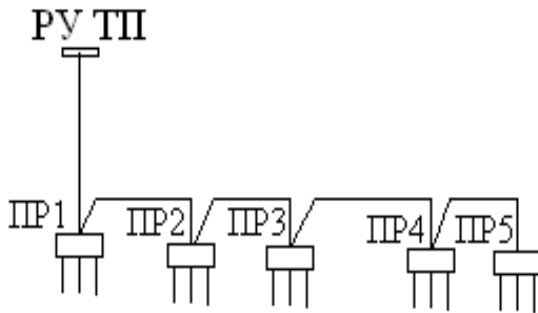
2. Какими достоинствами обладают схемы блок трансформатор-магистраль?

- а) более простая конструкция цеховой ТП;

б) более высокая надежность электроснабжения;

в) возможность применять для электроснабжения любой категории потребителей.

3. Какой тип распределительных пунктов удобней применить для данной схемы?



а) с автоматическими выключателями на вводе;

б) с зажимами на вводе.

4. Каких типов бывают ячейки?

а) ОРУ;

б) КСО;

в) КРУ.

5. В какой из ячеек выключатель не закреплен стационарно, а установлен на тележке?

а) КРУ;

б) КСО;

в) ЗРУ.

6. Где размещается все оборудование ячеек КРУ и КСО?

а) в шкафах;

б) на тележке;

в) в камерах.

7. Встречное регулирование напряжения – режим, при котором напряжение:

а) - повышают в период максимума нагрузки;

б) - понижают в период максимума нагрузки;

в) - повышают в период максимума и понижают в период минимума нагрузки;

г) - понижают в период максимума и повышают в период минимума нагрузки.

8. Максимальная расчетная мощность на вводе объекта:

а) - сумма присоединенных мощностей всех электроприемников;

б) - максимальное (пиковое) значение мощности в течение суток;

в) - максимальное (пиковое) значение мощности в течение года;

г) - максимальная мощность, которая действует непрерывно в течение - 0,5 часа.

9. Регулирование напряжения в электрических сетях применяют для:

а) - поддержания отклонения напряжения в пределах нормированных значений по ГОСТ;

б) - поддержания напряжения близкого к номинальному;

в) - снижения потерь напряжения;

г) - снижения потерь мощности.

10. К системам электроснабжения не предъявляется следующее требование:

а) надёжность системы и бесперебойность электроснабжения потребителей;

б) качество электроэнергии на вводе к потребителю;

в) межсистемный переток должен составлять не менее 80%;

г) безопасность обслуживания элементов систем электроснабжения.

Тест №9

1. Как определяется продольная составляющая потери напряжения?

а) $\Delta U = I \times r \times \cos \varphi_2 + I \times x \times \sin \varphi_2$;

б) $\Delta U = I \times x \times \cos \varphi_2 + I \times r \times \sin \varphi_2$;

в) $\Delta U = I \times r \times \sin \varphi_2 + I \times x \times \cos \varphi_2$.

2. Как определяется поперечная составляющая потери напряжения?

а) $\delta U = I \times x \times \cos \varphi_2 - I \times r \times \sin \varphi_2$;

б) $\delta U = I \times r \times \cos \varphi_2 - I \times x \times \sin \varphi_2$;

в) $\delta U = I \times x \times \sin \varphi_2 - I \times r \times \cos \varphi_2$.

3. Чем должны защищаться электросети и электроприёмники напряжением до 1000 В?

а) маломасляными выключателями;

б) предохранителями;

в) автоматическими выключателями.

4. Для защиты от чего предназначены предохранители?

а) от токов короткого замыкания;

б) от перенапряжений;

в) от перегрузки.

5. К чему может привести чрезмерно высокая температура нагрева проводника?

а) к преждевременному износу и старению изоляции;

б) к улучшению его работы;

в) к целесообразной эксплуатации электрической сети.

6. С чего начинается расчет сети по нагреву?

а) с выбора марки проводника;

б) с выбора длины проводника;

в) с выбора защитной аппаратуры.

7. Может ли защитный аппарат выполнять несколько функций?

а) да;

б) нет.

8. Что происходит с проводниками электрических сетей от прохождения по ним тока выше номинального?

а) нагреваются выше допустимых значений;

б) усиленно охлаждаются;

в) ничего не происходит.

9. Для чего необходима проверка защищенности сетей защитными аппаратами от токов к.з.?

а) для обеспечения целостности проводника;

б) для выбора защитной аппаратуры;

в) для выбора сечения проводника.

10. По какому условию проверяем защищенность сетей защитными аппаратами от токов к.з.?

а) $I_D \geq I_3 \times K_3$;

б) $I_D \leq I_3 \times K_3$;

в) $I_D = I_3 \times K_3$

Тест №10

1. В нормальном режиме, когда изоляция электродвигателей не нарушена, прикосновение к корпусу электродвигателя безопасно. Почему?

а) нет разности потенциалов;

б) большое сопротивление тела человека;

в) малый ток К.З.

2. Что должно быть выполнено в электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью для защиты от поражения током людей?

а) зануление;

б) заземление;

в) защитное отключение.

3. Что должно быть выполнено в электроустановках выше 1 кВ с изолированной и эффективно заземленной нейтралью для защиты людей от поражения электрическим током?

а) заземление;

б) зануление;

в) защитное отключение.

4. Что является задачей зануления?

а) создание наименьшего сопротивления пути для тока К.З.;

б) создание наибольшего сопротивления пути для тока К.З.;

в) создание наименьшего напряжения.

5. Согласно ПУЭ в электроустановках 6-35 кВ с изолированной нейтралью какое должно быть сопротивление заземляющего устройства?

а) $R_3 \leq \frac{250}{I_3} \leq 10$

б) $R_3 \geq \frac{250}{I_3}$

в) $R_3 = 250 \times I_3$

6. Что характеризует коэффициент сезонности?

а) промерзание и просыхание грунта в течение года;

б) зависимость сопротивления грунта от среды;

в) зависимость сопротивления грунта от конструкции заземляющего устройства.

7. Какое значение не должно превышать сопротивление заземляющего устройства для электроустановок 110кВ?

а) 0,5 Ом;

б) 10 Ом;

в) 4 Ом.

8. С помощью чего выполняется заземляющее устройство?

- а) с помощью продольных заземлителей;
- б) с помощью вертикальных заземлителей;
- в) с помощью горизонтальных заземлителей.

9. Что при расчете заземляющих устройств определяется в первую очередь?

- а) емкостной ток замыкания на землю;
- б) число вертикальных заземлителей;
- в) сопротивление горизонтальных заземлителей.

10. Что уточняют на основе результатов расчета заземляющих устройств?

- а) сопротивление заземляющего устройства;
- б) количество электрооборудования;
- в) площадь подстанции.

Задания к выполнению курсового проекта:

Нагрузки потребителей в максимальном режиме

№ варианта	Длительность использования максимальных, ч/год	Максимальные нагрузки Р (Мвт) и cosφ (у.е.) потребителей									
		Пункт потребления №1		Пункт потребления №2		Пункт потребления №3		Пункт потребления №4		Пункт потребления №5	
	T_m	P_1	$\cos \varphi_1$	P_2	$\cos \varphi_2$	P_3	$\cos \varphi_3$	P_4	$\cos \varphi_4$	P_5	$\cos \varphi_5$
1	5797	24	0,814	45	0,923	5	0,860	30	0,928	24	0,860
2	8340	9	0,894	35	0,800	7	0,823	38	0,861	25	0,823
3	8820	20	0,81	10	0,810	14	0,798	5	0,840	30	0,798
4	8280	3	0,781	42	0,928	4	0,800	28	0,849	38	0,800
5	6720	3	0,91	6	0,861	4	0,923	13	0,848	15	0,923
6	5250	28	0,919	2	0,84	3	0,800	4	0,800	28	0,832
7	5270	11	0,814	41	0,849	10	0,849	23	0,810	10	0,810
8	6250	28	0,849	41	0,848	4	0,848	32	0,928	20	0,860
9	6610	30	0,894	32	0,800	5	0,832	34	0,861	3	0,823
10	6310	3	0,810	4	0,810	9	0,810	14	0,84	3	0,798
11	5044	46	0,781	42	0,781	12	0,928	3	0,849	28	0,800
12	5240	11	0,814	4	0,923	32	0,810	23	0,848	11	0,923
13	5725	9	0,781	3	0,781	115	0,928	32	0,800	25	0,832
14	5480	25	0,910	39	0,910	24	0,861	34	0,810	30	0,795
15	6640	30	0,919	8	0,919	46	0,840	10	0,928	38	0,861
16	6725	38	0,814	17	0,814	93	0,849	20	0,849	5	0,821
17	6750	15	0,849	49	0,849	78	0,848	12	0,815	28	0,825
18	6250	28	0,814	5	0,814	86	0,849	6	0,928	19	0,860
19	6800	14	0,781	42	0,781	12	0,928	28	0,849	28	0,823

№ варианта	Длительность использования максимальных, ч/год	Максимальные нагрузки Р (Мвт) и cosφ (у.е.) потребителей									
		Пункт потребления №1		Пункт потребления №2		Пункт потребления №3		Пункт потребления №4		Пункт потребления №5	
		P_1	$\cos \varphi_1$	P_2	$\cos \varphi_2$	P_3	$\cos \varphi_3$	P_4	$\cos \varphi_4$	P_5	$\cos \varphi_5$
20	5400	3	0,814	45	0,923	32	0,810	25	0,840	11	0,798
21	5630	25	0,781	45	0,781	5	0,928	30	0,849	25	0,810
22	5566	5	0,894	9	0,910	30	0,910	8	0,861	30	0,832
23	6547	5	0,815	12	0,919	25	0,919	6	0,840	38	0,810
24	6428	3	0,781	32	0,814	32	0,814	2	0,849	15	0,860
25	5470	4	0,910	115	0,849	12	0,849	41	0,848	28	0,823
26	6221	7	0,919	24	0,894	26	0,894	41	0,800	14	0,798
27	6950	14	0,814	46	0,815	8	0,81	32	0,810	3	0,800
28	6350	4	0,849	93	0,781	2	0,781	4	0,928	23	0,923
29	6900	4	0,894	78	0,910	27	0,91	42	0,861	32	0,810
30	5600	3	0,815	56	0,919	38	0,919	4	0,840	34	0,970
31	5600	10	0,928	33	0,814	26	0,814	3	0,849	10	0,890
32	5250	4	0,849	15	0,849	2	0,849	39	0,848	20	0,981
33	5270	5	0,928	80	0,894	24	0,894	8	0,832	12	0,825
34	6250	9	0,861	45	0,815	5	0,810	45	0,810	6	0,800
35	6610	9	0,840	67	0,781	5	0,781	45	0,928	28	0,810
36	6210	5	0,849	35	0,923	33	0,814	35	0,810	24	0,928
37	5040	3	0,848	44	0,860	18	0,818	10	0,832	24	0,861
38	5040	5	0,849	47	0,833	10	0,781	42	0,795	42	0,840

№ варианта	Длительность использования максимальных, ч/год	Максимальные нагрузки Р (Мвт) и cosφ (у.е.) потребителей									
		Пункт потребления №1		Пункт потребления №2		Пункт потребления №3		Пункт потребления №4		Пункт потребления №5	
		P_1	$\cos \varphi_1$	P_2	$\cos \varphi_2$	P_3	$\cos \varphi_3$	P_4	$\cos \varphi_4$	P_5	$\cos \varphi_5$
39	5725	3	0,928	27	0,798	36	0,910	64	0,861	6	0,890
40	5580	2	0,849	38	0,820	4	0,919	39	0,821	36	0,981
41	6640	115	0,928	54	0,781	54	0,781	8	0,928	23	0,810
42	6720	24	0,861	25	0,910	18	0,910	45	0,861	32	0,860
43	5140	46	0,840	38	0,919	34	0,919	35	0,840	46	0,823
44	6640	64	0,849	15	0,814	68	0,814	10	0,849	93	0,798
45	6725	21	0,848	28	0,849	100	0,849	42	0,848	78	0,800
46	6750	56	0,815	30	0,894	38	0,919	35	0,800	12	0,970
47	6250	45	0,928	38	0,815	15	0,814	10	0,810	15	0,890
48	6800	26	0,849	5	0,781	28	0,849	42	0,928	32	0,981
49	5400	2	0,928	28	0,910	14	0,894	6	0,861	47	0,825
50	5630	24	0,861	13	0,919	3	0,81	2	0,840	18	0,800
51	5825	57	0,840	4	0,814	23	0,781	41	0,849	6	0,810
52	5324	35	0,815	8	0,849	32	0,91	25	0,848	8	0,865

Данные про потребителей

Номер варианта	Наимено- вание узла	Область	Вторичное номинальное напряжение $U_{2ном}$, кВ	Катего- рия надеж- ности	Район по гололеду
1-25	1	Сельское хозяйство	6	III	I
	2	Химическое производство	10	I	
	3	Текстильное производство	6	II	
	4	Металлургия	10	I	
	5	Целлюлозно-бумажное производство	10	II	

Номер варианта	Наимено- вание узла	Область	Вторичное номинальное напряжение $U_{2ном}$, кВ	Катего- рия надеж- ности	Район по гололеду
26-52	1	Целлюлозно-бумажное производство	10	II	II
	2	Сельское хозяйство	10	III	
	3	Металлургия	6	I	
	4	Химическое производство	10	I	
	5	Текстильное производство	6	II	

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству курсовой проект

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Курсовой проект выполнен на высоком уровне (правильные ответы на защите курсового проекта даны на 90-100% тестов)
хорошо (4)	Курсовой проект выполнен на среднем уровне (правильные ответы на защите курсового проекта на 75-89% тестов)
удовлетворительно (3)	Курсовой проект выполнен на низком уровне (правильные ответы на защите курсового проекта даны на 50-74% тестов)
неудовлетворительно (2)	Курсовой проект выполнен на неудовлетворительном уровне (правильные ответы на защите курсового проекта даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Понятия об энергетической и электрической системах, электрических сетях.
2. Классификация сетей.
3. Категории электроприемников, их характеристики.
4. Конструктивное исполнение воздушных ЛЭП.
5. Конструктивное исполнение кабельных ЛЭП и способы их прокладки.
6. Схема замещения линии и векторная диаграмма.
7. Активное и индуктивное сопротивления линии как элементы схемы замещения.
8. Активная и емкостная проводимости линии. Явление короны.
9. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и расчет ее параметров.
10. Расчетная мощность нагрузки в узле.
11. Регулирование частоты в электрических системах.
12. Понятия о регулировании частоты: регулятор скорости турбины, первичное и вторичное регулирование.
13. Выбор мощности компенсирующих устройств.
14. Источники реактивной мощности.
15. Баланс активных и реактивных мощностей в сети.
16. Показатели качества электроэнергии.
17. Местное изменение напряжения в сети.
18. Регулирование напряжения изменением коэффициента трансформации трансформатора.
19. Централизованное регулирование напряжения в центре питания.
20. Метод преобразования сети.
21. Метод узловых напряжений.
22. Метод уравнивающих контурных мощностей.
23. Метод "расщепления" сети.
24. Особенности расчета сетей двух уровней напряжения.
25. Расчет режима работы кольцевых сетей.
26. Расчет режима линии с двухсторонним питанием.
27. Расчет распределительных разомкнутых сетей.
28. Расчет питающих разомкнутых сетей по известному напряжению в начале линии.
29. Расчет питающих разомкнутых сетей по известному напряжению в конце линии.

30. Схема замещения автотрансформатора и расчет ее параметров.
31. Схема замещения трехобмоточного трансформатора и расчет ее параметров.
32. Потери мощности в трансформаторах.
33. Т-образная схема замещения трансформатора и ее основные параметры.
34. Какие схемы замещения применяют для воздушных и кабельных линий?
35. Схема замещения простейшей линии с нагрузкой и ее векторная диаграмма.
36. Перечислите каталожные данные силовых трансформаторов.
37. Потери мощности в трансформаторах.
38. Схема замещения простейшей линии с нагрузкой и ее векторная диаграмма.
39. Оптимизация режима сети с помощью ВДТ.
40. Задачи оптимизации электрических сетей.
41. Уравнение состояния провода.
42. Критические пролеты: а) провода из одного металла, б) комбинированные провода.
43. Основные уравнения тяжений по проводам. Стрела провеса, длина провода в пролете.
44. Определение механических нагрузок, действующих на провода и тросы.
45. Выбор плавких вставок предохранителей.
46. Проверка проводов и кабелей на нагрев.
47. Выбор сечений проводов магистрали по условию: $V = \min$.
48. Выбор номинального напряжения сети.
49. Определение потерь электроэнергии в элементах электрических сетей.
50. Выбор сечений проводов в распределительной сети (линия с нагрузкой в конце).
51. Экономически целесообразное сечение проводов и кабелей.
52. Определение ущерба от недоотпуска электроэнергии.
53. Какие схемы замещения применяют для воздушных и кабельных линий?
54. Г-образная схема замещения трансформатора и ее основные параметры.
55. Как определяются параметры схемы замещения трансформатора?
56. Перечислите преимущества кабельной ЛЭП по отношению к воздушной ЛЭП.
57. Какими способами располагают провода воздушной линии электропередач на опорах?
58. Перечислите главные элементы воздушной ЛЭП.
59. Свойства электроэнергии.
60. Расшифровать обозначение марки провода АСКП 120/19.
61. С какой целью применяется расщепление проводов?
62. В чем заключается поверхностный эффект?
63. Условное обозначение и схема замещения трехобмоточного трансформатора.
64. Дать определения следующим понятиям: разомкнутая сеть, простая замкнутая сеть, кольцевая сеть, сложная замкнутая сеть.
65. Характеристика особых режимов работы сети.
66. Пропускная способность ЛЭП
67. Условное обозначение и схема замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленной обмоткой низкого напряжения.
68. Активная и емкостная проводимости линии. Явление короны.
69. Экономически целесообразное сечение проводов и кабелей.
70. Определение потерь электроэнергии в элементах электрических сетей.
71. Категории электроприемников, их характеристики.
72. При каких напряжениях осуществляется генерация, передача и потребление электроэнергии?
73. Условное графическое обозначение и схема замещения двухобмоточного трансформатора.

Практические задания

1. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТМ-160/35.
2. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТН-40000/110.
3. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТРДНС-25000/35.
4. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДН-16000/150.
5. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДН-16000/110.
6. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТРДН-63000/150.
7. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТНЖ-25000/150.
8. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДЦ-200000/220.
9. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТРДНС-25000/35.
10. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДН - 10000/110.
11. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТНЖ-40000/110.
12. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТРДН-40000/220.
13. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДЦ-125000/110.
14. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТН-10000/110.
15. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТД-16000/35.
16. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТРДН-40000/220.
17. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДЦ-125000/110.
18. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТН-10000/110.
19. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТН-25000/220.
20. Расшифруйте аббревиатуру, определите параметры схемы замещения трансформатора типа ТДТН-40000/220.

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

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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)