Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

Направления подготовки
«13.03.02 Электроэнергетика и электротехника »

Основная профессиональная образовательная программа
«Электроснабжение»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Балаково

Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: изучение электроэнергетических систем и сетей как взаимодействие оборудования, процессов и технологий получения передачи и потребления электрической энергии, методов расчета и анализа режимов работы электроэнергетических систем и сетей в соответствии с основной образовательной программой «Электроснабжение» (направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника), обеспечивающее бакалавру возможность осуществлять профессиональную деятельность согласно требованиям профессиональных стандартов:

- «16.147. Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства»;
- «20.041 Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях».

Задачи изучения дисциплины**:**

- изучить типовые электроэнергетических системы, их назначение, разновидности и классификацию, технические характеристики и параметры, особенности применения и эксплуатации.
- изучить типы электрических сетей различного назначения.
- приобрести навыки работы и профессиональные компетенции в названной области.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

В соответствии с учебным планом направления дисциплина читается в пятом , седьмом семестрах. Изучение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Математика», «Информатика», « Химия», «Электротехническое и конструкционное материаловедение», «Инженерная графика», «Основы проектирования электрооборудования».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы и изучении основных дисциплин по профилю подготовки: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрические аппараты», «Электроснабжение», «Надёжность электроснабжения», «Проектирование СЭС промышленных предприятий».

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- B/02.6. Разработка текстовой и графической частей проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства.
- E/01.6.Организация и контроль выполнения функций по оперативно-технологическому управлению.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	З-УК-6 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения. использования и обновления социо-культурных и профессиональных

		знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования ; проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ПК-1 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	З-ПК-1 Знать: методы разработки технической документации и нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию У-ПК-1 Уметь: осуществлять взаимодействие с проектными, конструкторскими организациями и организациями изготовителями электротехнического оборудования, выполнять анализ проектной документации В-ПК-1 Владеть: навыками использования типовых проектов и анализ применимости указанного в проекте электротехнического оборудования для объекта профессиональной деятельности
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования ; проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ПК-2 Способен проводить обоснование проектных решений	З-ПК-2 Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования У-ПК-2 Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения В-ПК-2 Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации
Организация, обеспечение заданных диспетчерских графиков и соблю-	Электрические станции и подстанции; электроэнергетиче-	ПК-6 Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режима-	З-ПК-6 Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвида-

дение надежности и экономичности режимов работы	ские системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ми работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах	ции технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения. У-ПК-6 Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта профессиональной деятельности В-ПК-6 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	**Создание условий, обеспечивающих**	**Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины**	**Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность**
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения **(В18)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях
	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства **(В20);** - формирование творческого инженерного/ профессионального	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышле-	1. Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров.

	мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности **(В22)**	ния, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.	Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих конкурсов
	формирование профессиональной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(лил) электротехнического оборудования **(В28);** -формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию в сфере интеграции новых технологий и модернизации существующих энерго-	1. Использование для формирования чувства личной ответственности в области исследования, проектирования, конструирования и эксплуатации теплотехнического и(лил) электротехнического оборудования воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин: Проектирование и оптимизация установок по снабжению энергоносителями/ Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий/Проектирование систем электроснабжения городов; Алгоритмизация и модели-	1. Организация и проведение экскурсий, научно-практических конференций, форумов, круглых столов, вебинаров по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих олимпиадах и конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills.

	ресурсов **(В29).**	рование в теплоэнергетике и теплотехнологии/ Математические модели физических процессов в электротехнике и электроэнергетике; Обследование и испытание теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий/ Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Электрические станции и подстанции; Электроэнергетические системы и сети; Электроснабжение; Основы проектирования электрооборудования; Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. 2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутривузовского регионального и/или всероссийского уровня по электро-и(или) теплоэнергетике.	3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях; 4.Участие в деятельности студенческого научного общества

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 ак. часов.

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС+КСР		
1	1	Раздел 1. *Состав ЭЭСиС, взаимодействие, основные параметры.* Общие сведения об электроэнергетических системах и сетях.	34/2	2		2/2	30		
	2	Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры.	34/1	2/1		2	30		25
	3	Конфигурация сетей.	43	2		2	39		
	4	Раздел 2. *Элементы расчета сетей.*	46/2	2		4/2	40	КП	

2		Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации. Баланс мощностей в электроэнергетической системе.							25
	5	Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем.	59/1	2/1	6	2	49		
Итого			**216/6**	**10/2**	**6**	**12/4**	**188**		
Всего за аттестацию разделов									50
Вид промежуточной аттестации						**экзамен**			50

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Лекция 1. Понятие электроэнергетической системы 1.Преимущества объединения энергосистем. 2. Электрические сети, их классификация. 3. Номинальные напряжения и режимы сетей. 4. Генераторы, подстанции, ЛЭП, распределительные устройства и пункты, трансформаторы и автотрансформаторы, потребители. 5. Воздушные линии. 6. Кабельные линии 7. Электрические подстанции.	2	1-13
Лекция 2. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры **1.** Схемы замещения электрических линий. 2. Схемы замещения трансформаторов 3. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов	2	1-13
Лекция 3. Конфигурация сетей 1. Виды конфигураций 2. Переход к расчетным схемам 3. Подготовка исходных данных потребителей, их пространственного расположения для выбора конфигурации сети и расчета 4. Сравнение вариантов конфигурации	2	1-13
Лекция 4. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации **1.** Расчет потоков мощности 2. Выбор проводов по сечению. 3. Выбор трансформаторов подстанций 4. Расчет замкнутых сетей 5. Уточненный расчет сети. 6. Зарядные мощности линий. Компенсация реактивной мощности. 7. Источники реактивной мощности. Проверка баланса мощностей	2	1-13

Лекция 5. Регулирование напряжения 1. Способы и средства регулирования напряжения в сетях 2. Потери напряжения, мощности и энергии в сетях и системах 3. Головное регулирование на электростанциях 4. Встречное регулирование напряжения на подстанциях 5. Локальное регулирование напряжения и его способы 6 . Регулирование частоты	2	1-13
Итого	10	

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Расчет погонных параметров ЛЭП. Расчет параметров элементов схем замещения.	1	1-13
Составление баланса мощности ЭЭС по заданным мощностям потребителей.	1	
Составление вариантов конфигурации сети. Сопоставление вариантов и выбор наиболее оптимальных.	1	
Выбор напряжения участка сети.	1	
Выбор сечения проводов ЛЭП. Расчет потери напряжения на участках ЛЭП.	1	
Расчет потерь мощности на участках ЛЭП.	1	
Выбор трансформаторов подстанций.	1	1-13
Расчет параметров кольцевой и сложно-замкнутой сети.	1	
Уточненный расчет режимов выбранного варианта	1	
Проверка диапазона регулирования напряжения	1	
Особенности расчета послеаварийного режима и режима наименьших нагрузок.	1	
Проверка диапазона регулирования напряжения трансформаторов и определение номера отвода устройства РПН	1	
Итого	12	

Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Встречное регулирование напряжения на трансформаторах	2	1-13
Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи	2	
Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи	2	
Итого	6	

Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Конструктивные элементы электроэнергетических систем.	30	1-13
Категории потребителей электрической энергии.	30	
Схемы замещения трансформаторов. Расчет параметров схем замещения.	30	

Оборудование подстанций. Распределительные устройства высшего и низшего напряжения.	40	
Коммутационные аппараты электроэнергетических систем.	40	
Оценка экономических показателей электрической сети.	18	
Итого	188	

Контроль СРС осуществляется на этапах текущего контроля успеваемости и аттестации разделов в соответствии с календарным планом.

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

Курсовой проект

Тема курсового проекта:

«Проектирование сети электроснабжения промышленного района».

Курсовой проект выполняется студентами по индивидуальным заданиям. Варианты заданий определяются на основе указаний и материалов, содержащихся в ФОС.

Курсовое проектирование - включает в себя расчетно-пояснительную записку по расчету электрической сети и графическую часть в объеме 2,3-х листов формата А1, включающих: планы вариантов конфигурации сети, схему сети электроснабжения промышленного района, схему замещения сети.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

1. Задание на курсовое проектирование
2. Содержание
3. Баланс по активной и реактивной мощности
4. Выбор и расстановка компенсирующих устройств
5. Составление вариантов конфигурации сети с указанием цели составления каждого варианта
6. Выбор трех наиболее конкурентоспособных вариантов (радиально-магистральная сеть, кольцевая и комбинированная)
7. Предварительный расчет радиально-магистральной сети, включая выбор номинального напряжения, определение сечений проводников, определение параметров линий и некоторых параметров нормального и послеаварийного режима
8. Предварительный расчет кольцевой сети
9. Предварительный расчет комбинированной сети
10. Технико-экономическое сравнение рассчитанных вариантов сети и выбор из них лучшего
11. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях потребителей;
12. Уточненный расчет нормального режима наибольших нагрузок
13. Уточненный расчет нормального режима наименьших нагрузок
14. Уточненный расчет послеаварийного режима при наибольших нагрузках
15. Проверка достаточности регулировочного диапазона устройств РПН трансформаторов
16. Уточнение баланса мощности

Перечень графического материала:

1. Планы всех вариантов конфигурации сети (при этом выбранный вариант в крупном масштабе, остальные – в мелком) – формат А1
2. Однолинейная электрическая схема сети с нанесением длин линий, марок проводов, напряжений у потребителей – формат А1
3. Схема замещения сети с нанесением параметров всех элементов и потоков мощности – формат А1

График выполнения курсового проекта

Срок выполнения по неделям	Выполненная работа по проекту
1	Выдача заданий
2	Расчет баланса по активной и реактивной мощности
4	Выбор и расстановка компенсирующих устройств
5	Составление вариантов конфигурации сети с указанием цели составления каждого варианта. Выбор трех наиболее конкурентоспособных вариантов (радиально-магистральная сеть, кольцевая и комбинированная)
7	Предварительный расчет радиально-магистральной сети, кольцевой и комбинированной сети, включая выбор номинального напряжения, определение сечений проводников
8	Технико-экономическое сравнение рассчитанных вариантов сети и выбор из них лучшего
10	Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях потребителей;
11	Уточненный расчет нормального режимов наибольших нагрузок, наименьших нагрузок и послеаварийного режимов
12	Проверка достаточности регулировочного диапазона устройств РПН трансформаторов
13	Уточнение баланса мощности и числа компенсирующих устройств
14	Проверка пояснительной записки
15	Проверка электрических схем
16	Защита курсового проекта

Курсовой проект оценивается отдельно, исходя из 100 баллов.

Критерии оценивания курсового проекта

Оценка по 100-бальной системе	Оценка курсового проекта (стандартная)	Требования к знаниям
1	2	3
90-100	*«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко знает материал курсового проекта, обосновывая выбор конфигурации сети, напряжения, трансформаторов подстанций и расчеты сечения проводов, баланса мощности и компенсирующих устройств. Свободно отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения. Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию на курсовое проектирование. Расчеты выполнены без ошибок, графический материал выполнен в соответствии с ГОСТ.
75-89	*«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он допускает неточности непринципиального характера (например, ошибка при выборе допускаемых напряжений в пределах 10%). Также студент выполнял курсовой проект с отстаиванием от графика по неуважительной причине.
60-74	*«удовлетворительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, не усвоил особенностей расчета и проектирования разрабатываемой сети. Допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении методики выполнения расчетов и проектирования.

0-59	*«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части курсового проекта, допускает существенные ошибки, самостоятельность выполнения курсового проекта не подтверждается. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по дисциплине.

Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий в курсе «Электроэнергетические системы и сети» являются классические, проверенные временем. Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, курсовое проектирование, индивидуальные домашние задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В качестве интерактивных форм проведения лекций используются лекции-беседы, лекции с разбором конкретных ситуаций, лекции с заранее запланированными ошибками. Планируется попытка проведения лекций «на два голоса».

В качестве активных и интерактивных форм проведения занятий актуальными являются компьютерные технологи на основе мультимедийного проектора на лекциях, программные комплексы Mathcad, Matlab, Elektronics Workbench, Компас и элементы исследования на лабораторных работах и практических занятиях.

Выполнение лабораторных работ на реальным оборудовании, стендах и установках дублируется выполнением моделирования процесса или установи с последующим сравнением результатов.

При выполнении лабораторных работ, требующих громоздкого и дорогостоящего электроэнергетического оборудования, по дисциплине применяется физическое моделирование, масштабирование параметров.

Подготовка к выполнению лабораторных работ организуется в форме беседы, в которой от темы и целевой установки коллективно выполняется переход к разработке методики эксперимента, схеме экспериментальной установки, выбору единиц оборудования с анализом технических характеристик и паспортных данных. В применяемой методике применяются элементы мозгового штурма. Далее коллективно выполняется сборка экспериментальной установки на основе синтезированной схемы и выполнение работы по обсужденной методике.

Важнейшим элементом активизации образовательного процесса является самостоятельная работа по темам и разработка курсового проекта.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного кон-

			троля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Состав ЭЭСиС, взаимодействие, основные параметры	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6 З-УК-6, У- УК-6, В- УК-6	Курсовой проект
2	Элементы расчета сетей	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6 З-УК-6, У- УК-6, В- УК-6	Курсовой проект
Промежуточная аттестация			
1	экзамен	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1 З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6 З-УК-6, У- УК-6, В- УК-6	Вопросы к экзамену (устно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые проводится в письменной форме. На ответы дается 45 минут.

Вопросы входного контроля

1. В чем заключается закон сохранения энергии?
2. Чем характеризуется эффективность преобразование энергии из одного вида в другой?
3. Определение коэффициента полезного действия.
4. В какие виды энергии может превращаться электрическая энергия?
5. Как называется устройство, в котором в электрическую энергию преобразуются другие виды энергии?
6. Чем характеризуется любой источник электрической энергии?
7. Записать закон Ома для участка цепи.
8. Записать закон Ома для полной цепи.
9. Записать формулу мощности в электрической цепи постоянного тока.
10. Записать формулу мощности в электрической цепи переменного тока.
11. Записать закон Джоуля - Ленца.
12. Записать формулу сопротивления проводника в функции длины и сечения.
13. Формула индуктивного сопротивления.
14. Формула емкостного сопротивления.
15. Формула полного сопротивления.
16. Закон Ома для участка цепи переменного тока.
17. Первый закон Кирхгофа.
18. Второй закон Кирхгофа.
19. Уравнение баланса мощности в электрической цепи.
20. На высоком или низком напряжении потери мощности при передаче электрической энергии по проводам меньше?
21. Каково назначение трансформатора при передаче электрической энергии по проводам?
22. Какой величиной характеризуется отличие проводников от диэлектриков?
23. Как называется явление разрушения диэлектрика при высоком напряжении?
24. Как называется напряжение, при котором происходит разрушение диэлектрика?
25. Как вычисляется магнитный поток?
26. Закон Ома для магнитной цепи.
27. Как называется кривая намагничивания ферромагнетика при периодическом намагничивании и размагничивании.
28. Перечислите этапы проектирования.
29. Как обозначаются схемы электрические структурные и принципиальные?
30. Как называется текстовый документ проекта?

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Классификация электрических сетей.
2. Понятие электрической энергосистемы. Объединенная система и ее преимущества.
3. Воздушные линии электропередач.
4. Кабельные линии электропередач.
5. Погонные параметры ЛЭП, их расчет.
6. Условие отключения одного из трансформаторов подстанции при параллельном включении.
7. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.
8. Составление баланса мощности по заданным параметрам потребителей и сети.
9. Конфигурация сетей: радиально-магистральные, кольцевые, сложно-замкнутые, комбинированные.
10. Выбор сечения проводников методом экономической плотности тока.
11. Выбор сечения проводников методом экономических интервалов.
12. Расчет потери напряжения на участках линий.
13. Локальное регулирование напряжения с помощью статических устройств.
14. Проверка выбранного сечения проводов по техническим ограничениям
15. Выбор номинального напряжения сети.
16. Расчет номера отвода трансформатора при регулировании напряжения.
17. Расчет потокораспределения в кольцевой сети.
18. Расчет потокораспределения радиально- магистральной сети.
19. Выбор трансформаторов на подстанциях потребителей
20. Надежность электроснабжения. Категории потребителей.
21. Определение расчетных нагрузок подстанций.
22. Схемы замещения воздушных линий при разных напряжениях.
23. Электрические схемы подстанций (упрощенно).
24. Коммутационные аппараты распределительных устройств (упрощенно).
25. Регулирование (централизованное) напряжения на электрических станциях
26. Проверка достаточности диапазона регулирования устройства РПН.
27. Компенсация реактивной мощности и выбор компенсирующих устройств.
28. Встречное регулирование напряжения на подстанциях с помощью РПН.
29. Режимы нейтрали источников и приемников электрической энергии.
30. Схемы замещения для уточненного расчета сети.
31. Расчет потерь мощности на участках линии.
32. Расчетные нагрузки подстанций.

Шкалы оценки образовательных достижений промежуточной аттестации

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой.
«хорошо» – C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно»	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту,

– F		который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 363 с. — ISBN 978-5-7782-3037-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118089— Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Широбокова, О. Е. Модели и методы в расчетах систем электроснабжения : учебно-методическое пособие / О. Е. Широбокова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/172031 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Организация эксплуатации электроустановок: учебное пособие / А. Н. Кокорин, В. В. Лобанов, О. В. Карлова, Ю. С. Баранов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147444— Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

4. Расчетно-экспериментальные методы исследования динамики систем электроснабжения : практикум / составитель А. А. Кувшинов. — Тольятти : ТГУ, 2012. — 56 с.— Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140270 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Хорольский, В. Я. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках : учебное пособие / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, А. В. Ефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2521-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167423 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы и главы шестого и седьмого изданий . — Москва : ЭНАС, 2019. — 672 с. — ISBN 978-5-4248-0162-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/173340— Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. ГОСТ 14209-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. с 01.01.1999 г., взамен ГОСТ 13109-87. –М.:ИПК Издательство стандартов, 1998. https://www.google.com/search?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+14209-97.

8. ГОСТ 14209-85. Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки. – Введ. 31.01.1985., взамен ГОСТ 14209-69. –М.:ИПК Издательство стандартов, 1985. https://www.google.com/search?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+14209-85.+

9. ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. -Введ. 01.01.1997., взамен ГОСТ 14254-80. –М.:ИПК Издательство стандартов, 1997. https://www.google.com/search?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+14254-96.+

10. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. – М.:ИПК Издательство стандартов, 1970. https://docs.cntd.ru/document/1200003320

11. СТО 5694707-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35 – 750 кВ. Типовые решения. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2007.

Методические указания:

12. Хречков Н.Г. Моделирование режима работы линии электропередач. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электроэнергетические системы и сети» для студентов

направления «Электроэнергетика и электротехника» дневной и заочной форм обучения / Хречков Н.Г., Зайцев А.В. – Балаково: Типография БИТИ НИЯУ МИФИ, 2018, 2018. – 16 с.

Периодические издания

13. Промышленная энергетика

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце практики при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Получить задание у преподавателя на выполнение лабораторной работы. Изучить методическое указание по ее выполнению. Выполнить предусмотренные измерения и оформить отчет в письменном виде в соответствии с требованиями методических указаний. Отчет сдать на проверку преподавателю и отчитаться устно, отвечая на вопросы преподавателя.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к экзамену непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

Методические рекомендации для преподавателей

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категорийный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции.

При подготовке к лабораторной и практической работам преподавателю необходимо уточнить план ее проведения, ознакомиться с лабораторным оборудованием. Можно завести рабочую тетрадь, в которой учитывать посещаемость занятий студентами и оценивать их выступление работы в соответствующих баллах. В заключительной части лабораторной и практической работам обработать полученные данные и сделать выводы. Ответить на вопросы студентов. Назвать тему очередного занятия.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

В конце освоения дисциплины студент сдает экзамен.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил доцент Рогова М.В.

Рецензент: доцент Щеголев С.С.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.