

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 07.02.2025 14:43:09
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТИ
А.Н. Халин
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Теоретические основы управления энергопотреблением
научная специальность: 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 24.04.2023 г. и требованиями программы аспирантуры 2.4.5. Энергетические системы и комплексы к результатам освоения дисциплины.

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры электроэнергетики
Протокол № 7 от «07» 04 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой *Хмара* Г.А. Хмара
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УНИиР *Пяльченков* Д.В. Пяльченков
(подпись)
«10» 04 2023 г.

Начальник ОПНиНПК *Ишкина* Е.Г. Ишкина
(подпись)
«10» 04 2023 г.

Рабочую программу разработал:

В.В. Сушков, профессор, д.т.н., профессор *Сушков*
(подпись)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины - проверка сформированности у аспирантов углубленных знаний об эффективном использовании энергии на основе нормативно-правовой базы энергосбережения, по разработке и осуществлению мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

Задачи дисциплины - оценка формирования у аспирантов компетенций в области управления энергопотреблением; освоения организационных, технических и методических мероприятий обеспечения качества электрической энергии; оценивания допустимых границ установившегося отклонения напряжения в различных точках энергетической сети, расчёта параметров фильтрокомпенсирующих и симметрирующих устройств, определения размаха напряжений вызванных резкопеременной нагрузкой, оценки результатов контроля качества электрической энергии, проведения контроля качества электрической энергии в электрических сетях.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Теоретические основы управления энергопотреблением» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана. (Блок 2.1.5 «Элективные дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1)», образовательный компонент учебного плана (2.1.5.1).

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускников способностей к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, к разработке нового или выбору приоритетного алгоритма решения задачи; к самостоятельному освоению и применению новых систем компьютерной математики и систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга, к овладению современными языками программирования и разработке оригинальных пакетов прикладных программ и проведению с их помощью расчетов электротехнических устройств, обеспечивающих оптимальные режимы работы; к овладению новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по электродинамическим процессам в электротехнических устройствах, к обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 1

Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практические занятия		
1/1	24	24	96	Зачет

5. Структура и содержание дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.		СРО, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
1	1	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии	3	3	13	19	Устный опрос
2	2	Показатели качества электроэнергии	3	3	13	19	Устный опрос
3	3	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников	4	4	14	22	Устный опрос
4	4	Требования к качеству	4	4	14	22	Устный

		электроэнергии					опрос
5	5	Средства измерения показателей качества электроэнергии	3	3	14	20	Устный опрос
6	6	Контроль и анализ качества электроэнергии	3	3	14	20	Устный опрос
7	7	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии	4	4	14	22	Устный опрос
Итого:			24	24	96	144	

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии.

Источники и приемники электрической энергии (ЭЭ). Передача, производство, распределение и потребление электроэнергии. Баланс активной и реактивной мощности. Номинальные напряжения электрических сетей. Распределение напряжения при передаче ЭЭ. Качество электроэнергии (КЭ) и электромагнитная совместимость (ЭМС). Характеристики КЭ и ЭМС. Виды электромагнитных помех. Показатели КЭ и уровни ЭМС. Помеховосприимчивость и помехоустойчивость.

Раздел 2. Показатели качества электроэнергии.

Отклонение, колебания, несинусоидальность, несимметрия напряжения и отклонения частоты как процессы, характеризующие режим работы электрической системы. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) как характеристики этих процессов. Отклонения напряжения в трехфазной и однофазной сети, форма, размахи и частота повторений колебаний напряжения, фликер как интегральная характеристика колебаний напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент гармонических искажений напряжения, коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности. Провалы напряжения и временные перенапряжения. Глубина и длительность провалов. Коэффициент временного перенапряжения. Импульсы напряжения, их амплитуда и длительность. Нормирование КЭ (ГОСТ 13109-97). Нормальные и предельные значения ПКЭ. Основные ПКЭ и вспомогательные параметры электрической энергии. Оценка ПКЭ по допустимым значениям, вероятностные характеристики ПКЭ. Нормы КЭ и их характеристики.

Раздел 3. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.

Требования к типам заземления системы. Особенности подключения различных электроустановок к одной распределительной сети. Возможные дефекты конструкции сети и их влияние на КЭ. Преобразователи, дуговые сталеплавильные печи, индукционные печи, сварочное оборудование, освещение, бытовые электроприемники. Основные характеристики этого оборудования, определяющие вид вносимых искажений напряжения. Нормирование уровня помех, вносимых электроприемниками. Электротехнический и технологический ущерб, вызванный ухудшением качества электроэнергии на зажимах электроприемников. Статические характеристики генераторов, электромеханические характеристики асинхронных двигателей, потери в конденсаторах и кабелях, сокращение срока службы изоляции, характеристики ламп накаливания. Восприимчивость электронного оборудования и компьютеров.

Раздел 4. Требования к качеству электроэнергии.

Правовая основа взаимоотношений энергоснабжающей организации и потребителей. Гражданский кодекс Российской Федерации. Федеральный закон об электроэнергетике. ГОСТ 13109. Правила присоединения потребителя к сетям общего назначения по условиям качества электроэнергии. Методические указания по контролю и анализу качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения. Правила учета электрической энергии. Порядок сертификации электроэнергии по ее качеству.

Раздел 5. Средства измерения показателей качества электроэнергии.

Типовая структура современных средств измерения (СИ). Основные технические требования к приборам. Требования к нормируемым метрологическим характеристикам. Требования к электропитанию. Требования к входным цепям. Требования электромагнитной совместимости. Исполнение приборов. Требования безопасности. Методы контроля метрологических характеристик. Испытания приборов. Сертификат на тип.

Раздел 6. Контроль и анализ качества электроэнергии.

Контроль в точках общего присоединения потребителя (ТОП). Эпизодический и постоянный контроль. Выбор типа средств измерения (СИ). Схемы присоединения СИ. Измерение напряжений, тока и мощности. Учет погрешности СИ и измерительных трансформаторов напряжения и тока. Выбор интервала измерения и длительности измерения. Обработка результатов измерения. Оценка допустимости измеренных ПКЭ по относительному времени превышения нормальных и предельных значений ПКЭ. Анализ результатов измерения. Определение фактического вклада потребителя. Определение допустимого расчетного вклада потребителя в ухудшение КЭ. Контроль выполнения требований ГОСТ 13109. Контроль выполнения условий договора на электроснабжение. Определение виновника ухудшения КЭ в ТОП. Оформление документации по результатам контроля и анализа КЭ.

Раздел 7. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии.

Организационные и технические мероприятия. Анализ причин ухудшения КЭ. Измерения ПКЭ. Выбор мероприятий в условиях проектирования и эксплуатации. Технические условия на присоединение потребителя к ЭС общего назначения. Выбор средств обеспечения КЭ. Регулирование напряжения. Компенсация реактивной мощности. Фильтро-компенсирующие и симметрирующие установки. Схемные способы обеспечения КЭ

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 3

№п/п	Номер раздела	Объем, час.	Тема лекции
1	1	3	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии
2	2	3	Показатели качества электроэнергии
3	3	4	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников
4	4	4	Требования к качеству электроэнергии
5	5	3	Средства измерения показателей качества электроэнергии
6	6	3	Контроль и анализа качества электроэнергии
7	7	4	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии

Итого:	24	
--------	----	--

Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Номер раздела	Объем, час.	Тема занятия
1	1	3	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии
2	2	3	Показатели качества электроэнергии
3	3	4	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников
4	4	4	Требования к качеству электроэнергии
5	5	3	Средства измерения показателей качества электроэнергии
6	6	3	Контроль и анализа качества электроэнергии
7	7	4	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии
Итого:		24	

Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 5

№ п/п	Номер раздела	Объем, час.	Тема	Вид СРО
1	1	13	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии	Подготовка к практическим занятиям
2	2	13	Показатели качества электроэнергии	Подготовка к практическим занятиям
3	3	14	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников	Подготовка к практическим занятиям
4	4	14	Требования к качеству электроэнергии	Подготовка к практическим занятиям
5	5	14	Средства измерения показателей качества электроэнергии	Подготовка к практическим занятиям
6	6	14	Контроль и анализа качества электроэнергии	Подготовка к практическим занятиям
7	7	14	Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии	Подготовка к практическим занятиям
Итого:		96		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

6. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Показатели качества электрической энергии согласно ГОСТ.
2. Характеристики электромагнитной совместимости.
3. Виды электромагнитных помех.
4. Помеховосприимчивость и помехоустойчивость.
5. Нормальные и предельные значения показателей качества электрической энергии.
6. Основные показатели качества электрической энергии и вспомогательные параметры электрической энергии.
7. Оценка показателей качества электрической энергии по допустимым значениям.
8. Вероятностные характеристики показателей качества электрической энергии.
9. Нормы качества электрической энергии и их характеристики.
10. Особенности подключения различных электроустановок к одной распределительной сети.
11. Возможные дефекты конструкции сети и их влияние на качества электрической энергии.
12. Нормирование уровня помех, вносимых электроприемниками.
13. Электротехнический и технологический ущерб, вызванный ухудшением качества электроэнергии на зажимах электроприемников.
14. Правовая основа взаимоотношений энергоснабжающей организации и потребителей.
15. Правила присоединения потребителя к сетям общего назначения по условиям качества электроэнергии.
16. Основные положения методических указаний по контролю и анализу качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения.
17. Правила учета электрической энергии.
18. Порядок сертификации электроэнергии по ее качеству.
19. Основные технические требования к приборам измерения показателей качества электроэнергии.
20. Требования к нормируемым метрологическим характеристикам приборов.
21. Требования электромагнитной совместимости приборов.
22. Испытания приборов.
23. Эпизодический и постоянный контроль.
24. Измерение напряжений, тока и мощности.
25. Учет погрешности СИ и измерительных трансформаторов напряжения и тока.
26. Анализ результатов измерения.
27. Определение допустимого расчетного вклада потребителя в ухудшение качества электрической энергии.
28. Анализ причин ухудшения КЭ.
29. Технические условия на присоединение потребителя к ЭС общего назначения.
30. Выбор средств обеспечения КЭ.
31. Фильтро-компенсирующие и симметрирующие установки.
32. Схемные способы обеспечения КЭ.

7. Оценка результатов освоения программы

7.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения

Оценка	Критерии оценки
«Зачтено»	аспирант обнаруживает глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ
	аспирант обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. При ответе допускает отдельные неточности
«Не зачтено»	аспирант демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог библиотечно-издательского комплекса ТИУ: <http://webirbis.tsogu.ru>
2. Полнотекстовая база данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tyuiu.ru>
3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
5. Система поддержки дистанционного обучения Educon [Электронный ресурс]. -Режим доступа: <https://educon2.tyuiu.ru/login/index.php>
6. Ресурсы, предоставленные Библиотечно-издательским комплексом ТИУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tyuiu.ru/university/subdivisions/teachbookdep/bibliotechno-izdatelskij-kompleks/bibliotechnnye-resursy/>

8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства *Mathcad 14.0, Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows, Scilab Свободно-распространяемое ПО.*

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 7

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	Учебные стенды лабораторий кафедры электроэнергетики, кафедры промышленной теплоэнергетики	Компьютеры, мультимедийные проекторы, видео- и аудио аппаратура
2	Производственное оборудование организаций и предприятий электроэнергетической отрасли	Компьютеры, научно-исследовательское, производственное оборудование, измерительная техника

10. Методические указания по организации самостоятельной работы

10.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

Проведение практических занятий направлено на закрепление полученных теоретических знаний об основах управления энергопотреблением.

Каждое практическое занятие имеет наименование и цель работы, основные теоретические положения, методику решения практического задания, а также контрольные вопросы. После выполнения практического задания, обучающийся представляет преподавателю отчет, отвечает на теоретические вопросы, демонстрирует уровень сформированности компетенций. Отчет о проделанной работе должен быть представлен обучающимся либо в день выполнения задания, либо на следующем занятии. Отчеты о проделанных работах следует выполнять на отдельных листах формата А4; схемы, графики, рисунки необходимо выполнять простым карандашом либо с использованием графических редакторов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На выполнение каждой работы отводится определенное количество часов в соответствии с тематическим планом изучения дисциплины. Отчет включает в себя: титульный лист, цель работы, решение практического задания со всеми необходимыми пояснениями, графики и векторные диаграммы при необходимости, вывод по работе.

10.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений обучающихся.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, тестирование, решение заданий по образцу, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу обучающихся по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа с преподавателем включает в себя индивидуальные консультации обучающихся в течение семестра.

Самостоятельная работа с группой включает проведение текущих консультаций перед промежуточными видами контроля или итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающегося без преподавателя включает в себя подготовку к различным видам контрольных испытаний, подготовку и написание самостоятельных видов работ. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает обучающихся о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания. В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются аудиторские занятия, аттестационные мероприятия, самоотчеты. Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

- уровень освоения обучающимся учебного материала;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

**КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Теоретические основы управления энергопотреблением
 Научная специальность 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент аспирантов, использующих указанную литературу	Обеспеченность аспирантов литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Фролов Ю.М., Шелякин В.П. - СПб.: Лань, 2012. - 480 с.	5+	5	100%	+
2	Системы электроснабжения [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электроснабжение» направления подготовки «Электроэнергетика» / Б. И. Кудрин. - Москва: Академия, 2011. - 351 с.	5+	5	100%	+
3	Электропитание устройств и систем телекоммуникаций [Текст]: учебник для студентов вузов / Н. Г. Калугин; ред. Е. Е. Чаплыгин. - Москва: Академия, 2011. - 185 с.	5+	5	100%	+