

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Системы электроснабжения потребителей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	3 семестр - 75,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матюнина Ю.В.
	Идентификатор	R01b54b1d-MatiuninaYV-7d5d8f2a

Ю.В. Матюнина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных теоретических закономерностей формирования и функционирования электрического хозяйства потребителей для решения практических задач инвестиционного проектирования, эксплуатации и ремонта, организации учета расхода энергоресурсов и системы энергосбережения.

Задачи дисциплины

- получить представление о понятийном и математическом аппарате описания технических систем (на примере электрического хозяйства потребителей), дать навыки его практического использования;

- сформировать целостное представление о современных системах электроснабжения потребителей при их проектировании, строительстве и эксплуатации, решении перспективных вопросов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способность организовать работу коллектива исполнителей, осуществляющих проектирование системы электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-2 _{ПК-2} Осуществляет руководство процессами выбора проектных решений и оборудования для системы электроснабжения	знать: - понятийный аппарат технетики для описания технических систем. уметь: - применять закономерности технэволюции при инвестиционном проектировании; - анализировать структуру оборудования для выбора проектных решений.
ПК-3 Способность принимать участие в организации электрического хозяйства потребителей и обеспечении объектов электрической энергией	ИД-1 _{ПК-3} Осуществляет координацию персонала и структурных подразделений организации, взаимодействие с контрагентами при обеспечении электрической энергией производственных и иных объектов	знать: - основные методы анализа и прогнозирования электропотребления.
ПК-4 Способность участвовать в процессах управления энергетической эффективностью организаций и объектов	ИД-1 _{ПК-4} Использует нормативно-правовые акты, нормативную и нормативно-техническую документацию, международные стандарты, методики и процедуры энергетического менеджмента для энергетического анализа и выбора наиболее эффективных решений и оборудования в сфере энергосбережения и повышения энергетической	уметь: - применять математический аппарат ранговых распределений для анализа электропотребления и состава оборудования.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
	эффективности организаций и различных объектов	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы электроснабжения потребителей (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать - основные принципы построения систем электроснабжения
- знать - основы взаимоотношений потребителей и субъектов электроэнергетики

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Технетика как наука о технической реальности	16	3	2	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Технетика как наука о технической реальности" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Технетика как наука о технической реальности", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технетика как наука о технической реальности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 10-31 [2], 4-7	
1.1	Технетика как наука о технической реальности	16		2	-	2	-	-	-	-	-	12	-		
2	Математические модели исследования ценозов	20		4	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Математические модели исследования ценозов" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Математические модели исследования ценозов и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу
2.1	Математические модели исследования ценозов	20		4	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	

														"Математические модели исследования ценозов", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математические модели исследования ценозов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 87-96 [2], 51-62
3	Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей	50		6	-	8	-	-	-	-	-	36	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей	50		6	-	8	-	-	-	-	-	36	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения задания по разделу "Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей". Студенту необходимо провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 510-543 [2], 51-62 [3], 5-20
4	Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса	21.7		4	-	2	-	-	-	-	-	15.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса" <u>Подготовка к контрольной работе:</u>

4.1	Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса	21.7		4	-	2	-	-	-	-	-	15.7	-	Изучение материалов по разделу Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 573-618 [2], 63-75
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	
	Итого за семестр	108.0		16	-	16	-	-	-	-	0.3	75.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Технетика как наука о технической реальности

1.1. Технетика как наука о технической реальности

Электричество: его значение для человеческой цивилизации и становление электротехнических наук. Основные направления развития электрификации и ее качественные параметры. План ГОЭЛРО. Реформирование электроэнергетики. Становление электроэнергетики и электротехники как научных направлений и отраслей экономики. Электроснабжение, электрооборудование, электроремонт (электрика) как область знаний и область инженерной деятельности. Фундаментальные и таксономические подразделения технической реальности и науки о ней. Выпускаемая продукция, эксплуатируемая техника, применяющаяся технология, используемые материалы, образующиеся отходы. Классификационная последовательность систем: физико-химические, биологические, технические (технетические), информационные (документальные), социальные. Единичное изделие как особь и как представитель вида. Понятие «вид» и его использование в классификаторах продукции, при заказе оборудования, при разработке и оценке норм. Экосистема и техноценоз. Различие между изделием и техноценозом. Вариофикация, ассортица, диверсификация..

2. Математические модели исследования ценозов

2.1. Математические модели исследования ценозов

Проблемы выделения ценозов в технике (технетике), информатике, экономике. Выделение исследуемого семейства изделий (процессов), отдельного элемента-изделия. Введение понятия вид применительно к электрооборудованию. Составление словаря установленного и ремонтируемого оборудования. Дискретные (двигатель, трансформатор) и непрерывные (кабель, расход электроэнергии) величины. Ранговое и видовое распределения. Ранговое распределение по параметру. Частотная форма видового распределения. Моделирование видового Н-распределения простыми числами. Ноева и саранчевая касты, пойнтер-точка. Безгранично делимые распределения и их математические особенности..

3. Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей

3.1. Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей

Управление структурой ценозов. Практическое использование законов и закономерностей техноэволюции в практике проектирования и эксплуатации систем электроснабжения и электрооборудования. Решение проблем унификации и разнообразия. Рекомендации по созданию индивидуальных информационных бланков и организации управления. Примеры использования количественных ограничений. Характеристический показатель видового и рангового распределения. Границы воздействия на характеристический показатель. Эффективность управления структурой установленного и ремонтируемого оборудования. Устойчивость структуры установленного и ремонтируемого электрооборудования. Количественные ограничения, накладываемые Н-распределением на принимаемые экономические, технические и организационные решения. Оценки видового состава и многообразия. Динамика Н-распределения. Статическая и динамическая устойчивость как основа прогнозирования стратегического развития. Использование устойчивости структуры параметров электропотребления для прогноза. Ранжирование удельных и общих расходов электроэнергии, получасовых максимумов нагрузки. Исследование характеристических показателей по различным производствам и во времени. Прогнозирование электропотребления. Периоды упреждения. Временные ряды и их составляющие. Причинные модели. Ценологические модели. Нейронные сети. Изменение

критериев надежности и эффективности систем электроснабжения. Парадоксы практически счетного множества и теоретические проблемы определения электрических нагрузок. Нерешенные и решенные проблемы электроснабжения. Оценка надежности электрооборудования на основе ценологических критериев. Проблемы режимов, компенсации, качества электроэнергии на зажимах электроприемников, договорных отношений с субъектами электроэнергетики, электросбережения при оценке их количественными ограничениями Н-распределений..

4. Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса

4.1. Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса

Информация как одно из фундаментальных понятий. Схема изменения информации в процессе эволюции материального мира. Документ как закрепленная информация. Системы технической документации. Информценозы. Общность структуры ценозов различной природы. Отбор: энергетический, естественный, информационный. Классическая форма закона естественного отбора. Электротехнические примеры действия отбора с отличиями, вытекающими из отделения документа. Экологическая ниша. Напряженность конкурентной борьбы за лимитирующий ресурс двух экологически близких видов. Модель конкурентной борьбы. Закон информационного отбора. Научные картины мира: классическая, вероятностатистическая, ценологическая (технетическая). Постулаты картин мира, их сравнение. Математический аппарат. Объекты исследования, преимущественная область действия в науке и практике. Схема эволюции техники и технологии и узловые точки управления научно-техническим прогрессом. Проведение НИОКР для создания системы документов для изготовления и контроля изделий. Проектирование предприятий и других объектов капитального строительства. Конструирование как узловая точка, документально обеспечивающая выпуск продукции. Проектирование (изготовление проектно-сметной документации) как узловая точка, обеспечивающая капитальное строительство, модернизацию, техническое перевооружение предприятий, городов, других техноценозов. Прогнозное проектирование – оценка цикла. Существующие и перспективные реализации обратных связей, ускоряющих оценку решений. Инвестиционное проектирование..

3.3. Темы практических занятий

1. Понятие вида на практических примерах из проектной и эксплуатационной практики;
2. Определение параметров Н-распределений;
3. Ранговый и видовой анализ установленного электрооборудования для различных ценозов;
4. Практическое применение ранговых распределений и закономерностей техноэволюции;
5. Модели прогнозирования электропотребления;
6. Разбор схемы эволюции техники и технологии;
7. Семинар по обсуждению особенностей технической реальности в современном мире;
8. Семинар по особенностям техноэволюции.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
понятийный аппарат технетики для описания технических систем	ИД-2ПК-2	+				Тестирование/Тест по основным понятиям технетики
основные методы анализа и прогнозирования электропотребления	ИД-1ПК-3			+		Расчетно-графическая работа/Расчетное задание
Уметь:						
анализировать структуру оборудования для выбора проектных решений	ИД-2ПК-2			+		Расчетно-графическая работа/Расчетное задание
применять закономерности техноэволюции при инвестиционном проектировании	ИД-2ПК-2				+	Контрольная работа/Контрольная работа № 2
применять математический аппарат ранговых распределений для анализа электропотребления и состава оборудования	ИД-1ПК-4		+			Контрольная работа/Контрольная работа № 1

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)
3. Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)
4. Тест по основным понятиям технетики (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Зачет выставляется по совокупности контрольных мероприятий.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для вузов по курсу "Электроснабжение промышленных предприятий" / Б. И. Кудрин. – М. : Интернет Инжиниринг, 2007. – 672 с. – ISBN 5-89594-135-4.;
2. Матюнина Ю.В. , Кудрин Б.И. , Жилин Б.В. - "Электроснабжение потребителей и режимы", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2013 - (412 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72340;
3. Кудрин, Б. И. Проектирование и эксплуатация электрического хозяйства. Сборник заданий : Методическое пособие по курсу "Экономика электропотребления в промышленности" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Б. И. Кудрин, Ю. В. Матюнина, Е. В. Дубинский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 24 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭППЭ-21, Аудитория 21	стол, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	ЭППЭ-21а, Комната сотрудников	кресло рабочее, стол преподавателя, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-219/а, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол для работы с документами, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Закономерности проектирования и эксплуатации технических систем

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест по основным понятиям технетики (Тестирование)

КМ-2 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)

КМ-3 Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Технетика как наука о технической реальности					
1.1	Технетика как наука о технической реальности		+			
2	Математические модели исследования ценозов					
2.1	Математические модели исследования ценозов			+		
3	Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей					
3.1	Практическое применение рангового анализа и прогнозных моделей				+	
4	Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса					
4.1	Закономерности техноэволюции. Узловые точки научно-технического прогресса					+
Вес КМ, %:			20	20	40	20