

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: Управление высоковольтными электроэнергетическими объектами и комплексами

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯМИ
КРУПНЫХ УСТАНОВОК

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 109,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лазукин А.В.
	Идентификатор	R177ef0b3-LazukinAV-65e31c26

А.В. Лазукин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аграпонова Н.Л.
	Идентификатор	R5cb2904d-DemchenkoNL-737fe09

Н.Л.
Аграпонова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

А.Г. Темников

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование представления о подходах к электроснабжению и энергообеспечению сложных потребителей большой мощности. Ознакомление с решениями, принятыми в части обеспечения энергоносителями на международном термоядерном экспериментальном реакторе и токамаке с реакторными технологиями. Ознакомление с основными физическими принципами, лежащими в основе принятия этих решений.

Задачи дисциплины

- ознакомление с принципом построения установки типа токамак, перспективами их применения и развития программы управляемого термоядерного синтеза;
- ознакомление с современным состоянием проектов по управляемому термоядерному синтезу и их перспективами;
- формирование представления о связи между физическими процессами в установках типа токамак и потребностью их в энергоносителях;
- изучение подходов к проектированию систем электроснабжения крупных установок типа токамак.

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 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать управленческие, проектные и технические решения при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности (высоковольтных энергетических объектов и комплексов)	ИД-1ПК-2 Демонстрирует знания условий энергоснабжения высоковольтных энергетических объектов и комплексов	знать: - Состав основных систем и потребителей энергоносителей высокотехнологических установок передового класса; - Подходы к проектированию высокотехнологических установок передового класса; - Иметь представление о развитии техники и технологии в области использования атомной энергии и управляемого термоядерного синтеза в Российской Федерации. уметь: - Самостоятельно разбираться, получать и работать с информацией о текущем состоянии проектов по управляемому термоядерному синтезу.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление высоковольтными электроэнергетическими объектами и комплексами (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Генерация электрической энергии.	28	3	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Генерация электрической энергии." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Генерация электрической энергии." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 7-75 [3], 5-46	
1.1	Генерация электрической энергии: условия, варианты.	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-		
2	Плазменные технологии.	28		4	-	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Плазменные технологии. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Плазменные технологии." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 304-361 [2], 75-85
2.1	Плазменные технологии. Термоядерный синтез.	28		4	-	4	-	-	-	-	-	-	20	-	
3	Нагрузки в системе электроснабжения на	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Нагрузки в	

	высоковольтных установках.												системе электроснабжения на высоковольтных установках. и подготовка к контрольной работе
3.1	Нагрузки в системе электроснабжения на установках ИТЭР и ТРТ.	28		4	-	4	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Нагрузки в системе электроснабжения на высоковольтных установках." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нагрузки в системе электроснабжения на высоковольтных установках." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 365-388 [3], 228-297
4	Энергоносители.	24		4	-	4	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u>
4.1	Энергоносители: водоснабжение и криогенные системы.	24		4	-	4	-	-	-	-	16	-	Изучение материалов по разделу Энергоносители. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Энергоносители." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергоносители." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 202-365 [3], 869-890
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	144.0		16	-	16	-	2	-	-	0.5	76	33.5
	Итого за семестр	144.0		16	-	16	2	-	-	0.5	109.5		

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. Генерация электрической энергии.

1.1. Генерация электрической энергии: условия, варианты.

Основные типы станции и подходы к генерации. Экологическая повестка и её влияние на энергетику. Установки типа токамак. История, физические принципы и проблематика. Топливо ядерного и термоядерного синтеза. Программа ИТЭР. Программа российских исследований в области управляемого термоядерного синтеза Федеральная комплексная программа «Развитие техники, технологии и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации». Варианты осуществления управляемого термоядерного синтеза: инерциальный термоядерный синтез, стеллараторы..

2. Плазменные технологии.

2.1. Плазменные технологии. Термоядерный синтез.

Токамак с реакторными технологиями: основные концепции установки, задачи, основные отличительные черты и технические характеристики. Электромагнитная система. Принцип электромагнитной изоляции. Обмотки тороидального и полоидального поля. Дивертор. Бланкет. Проблема первой стенки. Сценарии разряда. Квазистационарный разряд. Разряд в подготовленном условиях откачка камеры и загрузка топлива..

3. Нагрузки в системе электроснабжения на высоковольтных установках.

3.1. Нагрузки в системе электроснабжения на установках ИТЭР и ТРТ.

Дополнительный нагрев плазмы: мощности и потребности. Система охлаждения и откачки. Отдельные элементы систем откачки современных установок. Утилизация мощности в различных системах, проблема сброса мощности. Схема электроснабжения на примере ИТЭР: основные сети питания и системы, связь между поставщиком электроэнергии и её потребителем. Надежность электроснабжения..

4. Энергоносители.

4.1. Энергоносители: водоснабжение и криогенные системы.

Сверхпроводимость. Техническая сверхпроводимость. ВТСП. Перспективные варианты ВТСП-проводников. Проблемы ВТСП и их текущие решения. Криогенная инфраструктура токамака с реакторными технологиями. Криостат и вакуумная камера токамака с реакторными технологиями. Азотная и гелиевая системы криогенного обеспечения. Высокоэффективное водяное охлаждение..

3.3. Темы практических занятий

1. Генерация электрической энергии.;
2. Плазменные технологии.;
3. Нагрузки в системе электроснабжения на установках ИТЭР и ТРТ.;
4. Другие энергоносители: водоснабжение и криогенные системы..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Генерация электрической энергии."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Плазменные технологии."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нагрузки в системе электроснабжения на высоковольтных установках."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергоносители."

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:						
Иметь представление о развитии техники и технологии в области использования атомной энергии и управляемого термоядерного синтеза в Российской Федерации	ИД-1ПК-2	+				Тестирование/Контрольная работа 1 Контрольная работа/Контрольная работа 2 Тестирование/Контрольная работа 4
Подходы к проектированию высокотехнологических установок передового класса	ИД-1ПК-2		+	+		Тестирование/Контрольная работа 1 Контрольная работа/Контрольная работа 2
Состав основных систем и потребителей энергоносителей высокотехнологических установок передового класса	ИД-1ПК-2	+	+	+		Тестирование/Контрольная работа 1 Контрольная работа/Контрольная работа 2
Уметь:						
Самостоятельно разбираться, получать и работать с информацией о текущем состоянии проектов по управляемому термоядерному синтезу	ИД-1ПК-2				+	Контрольная работа/Контрольная работа 3

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 (Тестирование)
2. Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 4 (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Итоговая оценка по курсу ставится на основании положения "НИУ"МЭИ" о балльно-рейтинговой системе.

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. Бортник И.М., Белогловский А.А., Верещагин И.П., Вершинин Ю.Н., Калинин А.В., Кучинский Г.С., Ларионов В.П., Монастырский А.Е., Орлов А.В., Темников А.Г., Пинталь Ю.С., Сергеев Ю.Г., Соколова М.В.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html>;
2. Системы экспериментального термоядерного реактора ИТЭР : учебник по направлению 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. В. Дедов, В. П. Будаев, А. Т. Комов, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. А. В. Дедов. – Москва : Изд-во МЭИ, 2024. – 388 с. – Авторы указаны на обороте тит. л. – Книга-победитель конкурса рукописей учебников по направлениям подготовки в МЭИ 2022/2023 гг. II место. – ISBN 978-5-7046-2966-5.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=13060>;
3. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
13. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
14. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
15. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
16. Информиио - <https://www.informio.ru/>
17. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>
18. ЭБС Юрайт - <https://urait.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
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	Д-207, Учебная	парта со скамьей, стол преподавателя,

консультирования	аудитория	стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроснабжение и обеспечение энергоносителями крупных установок

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа 1 (Тестирование)
 КМ-2 Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа 3 (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа 4 (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	10	14	16
1	Генерация электрической энергии.					
1.1	Генерация электрической энергии: условия, варианты.		+	+		+
2	Плазменные технологии.					
2.1	Плазменные технологии. Термоядерный синтез.		+	+		
3	Нагрузки в системе электроснабжения на высоковольтных установках.					
3.1	Нагрузки в системе электроснабжения на установках ИТЭР и ТРТ.		+	+		
4	Энергоносители.					
4.1	Энергоносители: водоснабжение и криогенные системы.				+	
Вес КМ, %:			25	25	30	20