

**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 объектам 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 2024**

## 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: - 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; - Состав основных систем и потребителей энергоносителей высокотехнологических установок передового класса..  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	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Генерация электрической энергии"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Генерация электрической энергии"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 5-46</p>
1.1	Генерация электрической энергии: условия, варианты.	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	
2	Плазменные технологии	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	
2.1	Плазменные технологии. Термоядерный синтез	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	
3	Нагрузки в системе электроснабжения на	28		4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Нагрузки</p>

	высоковольтных установках												в системе электроснабжения на высоковольтных установках"
3.1	Нагрузки в системе электроснабжения на установках ИТЭР и ТРТ.	28	4	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нагрузки в системе электроснабжения на высоковольтных установках" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 228-297
4	Энергоносители	24	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Энергоносители"
4.1	Энергоносители: водоснабжение и криогенные системы.	24	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергоносители" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 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; КПП – 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. 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 на период до 2024 года»..

#### 2. Плазменные технологии

2.1. Плазменные технологии. Термоядерный синтез

Токамак с реакторными технологиями: основные концепции установки, задачи, основные отличительные черты и технические характеристики. Дивертор. Бланкет. Проблема первой стенки. Обмотки тороидального и полоидального поля. Сценарии разряда. Квазистационарный разряд..

#### 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. 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..

#### 4. Энергоносители

4.1. Энергоносители: водоснабжение и криогенные системы.

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..

### **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	
<b>Знать:</b>						
Состав основных систем и потребителей энергоносителей высокотехнологических установок передового класса.	ИД-1ПК-2	+	+	+		Тестирование/Контрольная работа Контрольная работа/Контрольная работа 1
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 Контрольная работа/Контрольная работа 1 Тестирование/Контрольная работа 4. Тестирование
Подходы к проектированию высокотехнологических установок передового класса	ИД-1ПК-2		+	+		Тестирование/Контрольная работа Контрольная работа/Контрольная работа 1
<b>Уметь:</b>						
Самостоятельно разбираться, получать и работать с информацией о текущем состоянии проектов по управляемому термоядерному синтезу	ИД-1ПК-2				+	Контрольная работа/Контрольная работа 2

## **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 (Тестирование)
2. Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 4. Тестирование (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.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (704 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72343;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72343)
2. 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.](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](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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.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-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, 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 (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа 4. Тестирование (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