

**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: Высоковольтные электротехнологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лысов Н.Ю.
	Идентификатор	Re94f0ba9-LysovNY-9dc0f249

(подпись)

Н.Ю. Лысов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664

(подпись)

Н.А. Лебедева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Г. Темников

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении принципов работы, основ проектирования и разработки высоковольтных источников питания специального назначения, используемых в высоковольтных электротехнологических установках

### Задачи дисциплины

- изучение требований, предъявляемых к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок;
- изучение основных типов источников питания высоковольтных электротехнологических установок;
- изучение основных способов формирования высокого напряжения нужной формы;
- изучение основных способов повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения;
- изучение основных способов создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных электротехнологических установок;
- изучение способов измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок.

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 технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (высоковольтных электротехнологий)	ИД-5 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание принципов устройства и режимов работы источников электропитания высоковольтных электротехнологических установок	знать: - основные способы измерений выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок; - основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения; - основные способы формирования высокого напряжения нужной формы; - основные типы источников питания высоковольтных электротехнологических установок; - требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок	10	1	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 4-36 [4], 5-64</p>	
1.1	Требования к источникам как к оборудованию и требования к напряжению	10		4	-	-	-	-	-	-	-	6	-		
2	основные типы источников питания высоковольтных электротехнологических установок	20		8	-	-	-	-	-	-	-	-	12		-
2.1	Типы источников	20		8	-	-	-	-	-	-	-	-	12		-

														[1], 4-36 [4], 5-64
3	основные способы формирования высокого напряжения нужной формы	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу основные способы формирования высокого напряжения нужной формы и подготовка к контрольной работе
3.1	Способы формирования импульсного напряжения	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "основные способы формирования высокого напряжения нужной формы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 92-167 [5], 119-138 [6], 9-16 [7], 56-116
4	основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения	10	4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения и подготовка к контрольной работе
4.1	Способы повышения высокого напряжения	10	4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 64-92 [5], 111-119
5	основные способы создания высокостабилизированных источников питания	30	8	-	6	-	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных

	высоковольтных электротехнологических установок												электротехнологических установок" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных электротехнологических установок и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных электротехнологических установок" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 4-55 [6], 46-58
5.1	Требования к стабилизации напряжения	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
5.2	Способы стабилизации напряжения	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
6	способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок	22	4	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 82-199
6.1	Контролируемые параметры	11	2	-	3	-	-	-	-	-	6	-	
6.2	Измерительные средства	11	2	-	3	-	-	-	-	-	6	-	

														[4], 174-240 [5], 52-62
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	16	2	-	-	0.5	93.5			

**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. требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок

1.1. Требования к источникам как к оборудованию и требования к напряжению  
Дается перечень основных параметров источников питания и основных требований к выдаваемому напряжению.

#### 2. основные типы источников питания высоковольтных электротехнологических установок

##### 2.1. Типы источников

Дается описание основных видов источников и их особенностей.

#### 3. основные способы формирования высокого напряжения нужной формы

##### 3.1. Способы формирования импульсного напряжения

Дается описание известных способов формирования импульса напряжения нужной формы и оборудования, необходимого для этого.

#### 4. основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения

##### 4.1. Способы повышения высокого напряжения

Повышение напряжения при помощи трансформаторов, каскадов и преобразовательной техники.

#### 5. основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных электротехнологических установок

##### 5.1. Требования к стабилизации напряжения

Оценка стабильности напряжения по различным параметрам.

##### 5.2. Способы стабилизации напряжения

Оценка эффективности и применимости различных способов стабилизации.

#### 6. способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок

##### 6.1. Контролируемые параметры

Основные контролируемые параметры источников.

##### 6.2. Измерительные средства

Основные измерительные средства: шунты, делители, датчики. Основные способы регистрации: осциллографы, оптические регистраторы.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Спецвопросы измерений в электрофизических установках;
2. Измерение сильных токов в электрофизических установках;
3. Измерение высоких напряжений в электрофизических установках;



4. Высоковольтные электрофизические установки;
5. Накопители энергии в высоковольтных электрофизических установках.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине
2. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине
3. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине
4. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине
5. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине
6. Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок	ИД-5ПК-2	+						Контрольная работа/Контрольная работа №1
основные типы источников питания высоковольтных электротехнологических установок	ИД-5ПК-2	+	+				+	Контрольная работа/Контрольная работа №1 Контрольная работа/Контрольная работа №2 Контрольная работа/Контрольная работа №3
основные способы формирования высокого напряжения нужной формы	ИД-5ПК-2			+	+		+	Контрольная работа/Контрольная работа №3
основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения	ИД-5ПК-2				+	+		Контрольная работа/Контрольная работа №2
основные способы измерений выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок	ИД-5ПК-2	+	+					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**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №1)

Оценка выставляется на основании балльно-рейтинговой системы

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Пашин, М. М. Конспект лекций по курсу "Электротехнологические установки": Расчет и конструирование источников высокого напряжения постоянного тока для питания электротехнологических установок / М. М. Пашин ; Ред. Г. З. Мирзабекян ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1984 . – 36 с.;
2. Аверченков, О. Е. Учебное пособие по курсам "Импульсная электронная техника" и "Расчет устройств и систем автоматики": Источники питания радиоэлектронной аппаратуры / О. Е. Аверченков ; Ред. М. Б. Лейтман ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1979 . – 58 с.;
3. Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений : учебно-справочное руководство : пер. с англ. / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель . – Долгопрудный : Интеллект, 2011 . – 520 с. - ISBN 978-5-91559-053-2 .;
4. Авруцкий, В. А. Испытательные и электрофизические установки. Техника эксперимента : Учебное пособие для вузов по специальности "Техника высоких напряжений" / В. А. Авруцкий, И. П. Кужекин, Е. Н. Чернов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1983 . – 264 с.;
5. Лабораторные работы по технике высоких напряжений : Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / М. А. Аронов, и др. – 2-е изд., перераб. и доп. . – М. : Энергоиздат, 1982 . – 352 с.;
6. А. А. Титов- "Устройства управления амплитудой мощных сигналов", Издательство: "СОЛОН-ПРЕСС", Москва, 2013 - (136 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227180>;
7. С. И. Мошкун, В. Ю. Хомич- "Генераторы высоковольтных импульсов на основе составных твердотельных коммутаторов", Издательство: "Физматлит", Москва, 2018 - (168 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612797>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Майнд Видеоконференции;
3. Scilab;
4. Libre Office;
5. 7-zip.

## 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. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
12. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
13. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
14. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
15. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
16. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
17. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
18. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
19. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
20. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
21. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
22. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
23. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
24. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
25. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
26. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
27. 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	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
	Д-207, Учебная	парта со скамьей, стол преподавателя,

	аудитория	стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, 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-205, 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

### Источники питания высоковольтных электротехнологических установок

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	5	11	15
1	требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок				
1.1	Требования к источникам как к оборудованию и требования к напряжению		+	+	+
2	основные типы источников питания высоковольтных электротехнологических установок				
2.1	Типы источников		+	+	+
3	основные способы формирования высокого напряжения нужной формы				
3.1	Способы формирования импульсного напряжения				+
4	основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения				
4.1	Способы повышения высокого напряжения			+	+
5	основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных электротехнологических установок				
5.1	Требования к стабилизации напряжения		+	+	+
5.2	Способы стабилизации напряжения		+	+	+
6	способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных электротехнологических установок				
6.1	Контролируемые параметры				+
6.2	Измерительные средства				+
Вес КМ, %:			25	40	35