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

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

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Лысов Н.Ю. Идентификатор: Re94f0ba9-LysovNY-9dc0f249	Н.Ю. Лысов
(должность)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Лебедева Н.А. Идентификатор: R75716a03-LebedevaNA-9930664	Н.А. Лебедева
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)
Заведующий выпускающей кафедры	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Темников А.Г. Идентификатор: Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00	А.Г. Темников
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(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 элктротехнологических установках

Задачи дисциплины

- изучение требований, предъявляемых к источникам питания высоковольтных электротехнологических установок;
- изучение основных типов источников питания высоковольтных элктротехнологических 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 элктротехнологических установок;
- изучение способов измерения выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических 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-$5_{ПК-2}$ Демонстрирует понимание принципов устройства и режимов работы источников электропитания высоковольтных электротехнологических установок	знать: - основные способы измерений выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических установок; - основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения; - основные способы формирования высокого напряжения нужной формы; - основные типы источников питания высоковольтных элктротехнологических установок; - требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных элктротехнологических 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 элктротехнологических установок	10	1	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных элктротехнологических установок и подготовка к контрольной работе
1.1	Требования к источникам как к оборудованию и требования к напряжению	10		4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных элктротехнологических установок" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 4-36 [4], 5-64
2	основные типы источников питания высоковольтных элктротехнологических установок	20		8	-	-	-	-	-	-	-	12	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "основные типов источников питания высоковольтных элктротехнологических установок" ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "основные типов источников питания высоковольтных элктротехнологических установок" ***Изучение материалов литературных источников:***
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	-	***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу основные способы формирования высокого напряжения нужной формы и подготовка к контрольной работе ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "основные способы формирования высокого напряжения нужной формы" ***Изучение материалов литературных источников:*** [4], 92-167 [5], 119-138 [6], 9-16 [7], 56-116
3.1	Способы формирования импульсного напряжения	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
4	основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения и подготовка к контрольной работе ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения" ***Изучение материалов литературных источников:*** [4], 64-92 [5], 111-119
4.1	Способы повышения высокого напряжения	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
5	основные способы создания высокостабилизированных источников питания	30		8	-	6	-	-	-	-	-	16	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных

	высоковольтных элктротехнологических установок													элктротехнологических установок" ***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных элктротехнологических установок и подготовка к контрольной работе ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "основные способы создания высокостабилизированных источников питания высоковольтных элктротехнологических установок" ***Изучение материалов литературных источников:*** [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 элктротехнологических установок	22		4	-	6	-	-	-	-	-	12	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических установок" ***Подготовка к контрольной работе:*** Изучение материалов по разделу способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических установок и подготовка к контрольной работе ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических установок" ***Изучение материалов литературных источников:*** [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 элктротехнологических 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 элктротехнологических 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 элктротехнологических 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 элктротехнологических 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	
Знать:								
требования, предъявляемые к источникам питания высоковольтных элктротехнологических установок	ИД-5$_{ПК-2}$	+						Контрольная работа/Контрольная работа №1
основные типы источников питания высоковольтных элктротехнологических установок	ИД-5$_{ПК-2}$	+	+			+		Контрольная работа/Контрольная работа №1 Контрольная работа/Контрольная работа №2 Контрольная работа/Контрольная работа №3
основные способы формирования высокого напряжения нужной формы	ИД-5$_{ПК-2}$			+	+		+	Контрольная работа/Контрольная работа №3
основные способы повышения высокого напряжения в источниках питания специального назначения	ИД-5$_{ПК-2}$				+	+		Контрольная работа/Контрольная работа №2
основные способы измерений выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических установок	ИД-5$_{ПК-2}$	+	+					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 бально-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 втузов 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. Мошкунов, 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
3. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
4. **База данных ВИНИТИ 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

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Источники питания высоковольтных электротехнологических установок

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> 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 элктротехнологических установок				
1.1	Требования к источникам как к оборудованию и требования к напряжению		+	+	+
2	основные типы источников питания высоковольтных элктротехнологических 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 элктротехнологических установок				
5.1	Требования к стабилизации напряжения		+	+	+
5.2	Способы стабилизации напряжения		+	+	+
6	способы измерения выходных параметров источников питания высоковольтных элктротехнологических установок				
6.1	Контролируемые параметры				+
6.2	Измерительные средства				+
		Вес КМ, %:	25	40	35