

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»  
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по образовательной и  
редакционно-издательской деятельности

Ю.С. Ценч

2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.05 Электрические сети и системы**

*(индекс и наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки	<u>13.04.02 Электроэнергетика и электротехника</u> <i>(код и наименование)</i>
Уровень образования	<u>высшее - магистратура</u> <i>(высшее - магистратура/подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура))</i>
Направленность	<u>Электроснабжение</u> <i>(наименование профиля подготовки)</i>
Форма обучения	<u>очная</u> <i>(очная, заочная)</i>

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины  
разработана

к.т.н. Виноградова А.В.  
(степень, звание, ФИО)

Рабочая программа дисциплины  
рассмотрена и принята на  
заседании кафедры  
общенаучных и специальных  
дисциплин

Протокол № 2 от « 15 » апреля 2024 г.

Руководитель магистерской  
программы

Вино  
(подпись)

к.т.н. Виноградова А.В.

(ФИО)  
« 15 » апреля 2024 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник отдела образования

Е.С.  
(подпись)

Курбанова Е.С.

(ФИО)  
« 15 » апреля 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3. Роль дисциплины в формировании компетенций	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Формирование компетентностной траектории обучения по дисциплине	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	7
6. Программное обеспечение необходимое для освоения дисциплины	8
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	8
8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (фонд оценочных средств)	9
9. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций	10

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины (модуля) Б1.В.05 «Электрические сети и системы» для подготовки магистров по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность - Электроснабжение.

**Цель освоения дисциплины (модуля):** изучение основ построения и функционирования электроэнергетических систем и характеристики их составных частей: электрических станций, электрических сетей и электрических нагрузок.

**Место дисциплины (модуля) в учебном плане:** дисциплина (модуль) Б1.В.05 «Электрические сети и системы» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана для подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается в 3 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПК – 1 (ПК-1.1, ПК-1.1.2).

**Краткое содержание дисциплины:** Тема 1. Моделирование и анализ режимов работы электрических сетей. Тема 2. Элементы типового проектирования электрических сетей.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часа (4 зачетных единицы)

**Промежуточный контроль:** зачёт с оценкой.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрические сети и системы» является изучение основ построения и функционирования электроэнергетических систем и характеристики их составных частей: электрических станций, электрических сетей и электрических нагрузок.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электрические сети и системы» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана для подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается в 3 семестре.

Материалы дисциплины основываются на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин Математика, Информатика, Моделирование в решении инженерных задач.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, применяются студентами в ходе изучения дисциплин Системы централизованного электроснабжения объектов АПК; Методы и средства повышения надежности; Эксплуатация электроэнергетического и электротехнического оборудования, а также в процессе прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Электрические сети и системы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. Роль дисциплины в формировании компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов соответствующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, представленных в Таблице 1.

Таблица 1

Перечень компетенций, необходимых для освоения дисциплины Б1.В.05 Электрические сети и системы

Код компетенции выпускника	Наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора компетенции выпускника	Код и наименование дескрипторов (планируемых результатов обучения выпускников)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
ПК-1	Способен, используя знания об особенностях функционирования систем электроснабжения, осуществлять организационно-техническое сопровождение проектирования, эксплуатации, строительства и реконструкции объектов в системе электроснабжения	Техническое руководство процессами разработки и реализации проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	Разработка принципиальной схемы электроснабжения электроприёмников от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения объекта капитального строительства
			Формирование технического задания и контроль разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства

### 4. Содержание дисциплины

Дисциплина «Электрические сети и системы» в соответствии с учебным планом осваивается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточного контроля результатов освоения дисциплины: зачет с оценкой.

#### 4.1. Формирование компетентностной траектории обучения по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

Таблица 2

Компетенции	Индикаторы	Дескрипторы	Содержание	Трудоемкость занятий по видам учебной работы				
				Л	ПЗ	ПКР	СР	Итого
2 курс 3 семестр								
ПК-1. Способен, используя знания об особенностях функционирования систем электроснабжения, осуществлять организационно-техническое сопровождение проектирования, эксплуатации, строительства и реконструкции объектов в системе электроснабжения	ПК-1.1. Техническое руководство процессами разработки и реализации проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	ПК-1.1.1. Разработка принципиальной схемы электроснабжения электроприёмников от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения объекта капитального строительства	Электрические сети и системы	6	4		62	72
		ПК-1.1.2. Формирование технического задания и контроль разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства		4	6		60	70
Зачёт с оценкой (контактная работа на промежуточном контроле)						2		2
Итого 3 семестр				10	10	50	122	144
Итого по дисциплине				10	10	50	122	144

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№	Наименование темы	Вид учебной деятельности	Дескрипторы	Кол-во часов
Электрические сети и системы				
1	Тема 1. Моделирование и анализ режимов работы электрических сетей.	Лекция №1. Конструктивное исполнение, модели, параметры и характеристики элементов электрических систем и сетей.	ПК-1.1.1.	2
		Лекция №2. Моделирование и анализ режимов работы простейших схем электрических сетей.		2
		Лекция №3. Моделирование режимов сложных электрических сетей.		2
		Практическое занятие 1. Повышение экономичности работы электрических сетей.		2
		Практическое занятие 2. Техничко-экономические сопоставление вариантов сооружения электрической сети.		2
		Самостоятельная работа 1. Организационная структура современной электроэнергетики. Электрические переменные		62

		и графические обозначения. Электроэнергетические системы. Электрические сети.		
2	Тема 2. Элементы типового проектирования электрических сетей.	Лекция №4. Баланс мощностей и регулирование частоты в электроэнергетической системе.	ПК-1.1.2.	2
		Лекция №5. Регулирование напряжения в электрических сетях.		2
		Практическое занятие 3. Особенности выбора сечений проводников ЛЭП в распределительных сетях 0,4-35 кВ.		2
		Практическое занятие 4. Выбор схем присоединения подстанций к электрической сети и коммутационных схем.		2
		Практическое занятие 5. Перераспределение мощности в неоднородных электрических сетях.		2
		Самостоятельная работа 2. Схемы электрических сетей. Типовое проектирование электрических сетей.		60
Зачёт с оценкой (контактная работа на промежуточном контроле)				2
Итого				144

### 5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Выходные данные, объем	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Лыкин А.В.	Электрические системы и сети	М.: Университетская книга; Логос, 2008. – 254 с.	<a href="https://djuv.online/file/wYV5SCR12tVuap">https://djuv.online/file/wYV5SCR12tVuap</a>	-
2	Костин В.Н.	Электропитающие системы и электрические сети	СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 155 с.	<a href="https://energyland.info/files/library/c79c3a4a68a917ad7ea5917d3a8bf6bd.pdf">https://energyland.info/files/library/c79c3a4a68a917ad7ea5917d3a8bf6bd.pdf</a>	-

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Выходные данные, объем	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Савина Н.В.	Электроэнергетические системы и сети	Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2014. – 177 с.	<a href="https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7062.pdf">https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7062.pdf</a>	-
2	Бутенко Е.В.	Обеспечение электроснабжения сельскохозяйственных предприятий	Петухово, 2016. – 127 с.	<a href="https://students45.ru/files/konsp_02.pdf">https://students45.ru/files/konsp_02.pdf</a>	-

#### Периодические издания

№ п/п	Наименование	Вид издания	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс
1	Техника и оборудование для села	журнал	1 экз.
2	Электроэнергия. Передача и распределение	журнал	<a href="http://eepr.ru">http://eepr.ru</a>

## Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование	Адрес доступа	Возможность доступа
<b>Электронные образовательные и информационные ресурсы</b>			
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a> Доступ с территории Научно-технической библиотеки ФНАЦ ВИМ	бесплатно, договор от 07.11.2019 №101НЕБ6308 (на 5 лет с последующей пролонгацией)
2	OAPEN — Open Access Publishing in European Networks — ресурс, представляющий более 1600 полнотекстовых книг в формате pdf по различным отраслям знаний: Society and social sciences; Humanities; Economics, finance, business and management; Law; Mathematics and science; Language; Earth sciences, geography, environment, planning.	<a href="http://www.oapen.org/home">http://www.oapen.org/home</a>	бесплатно
3	AnyDynamics - высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных математических моделей сложных динамических систем	<a href="https://www.mvstudium.com/download.php">https://www.mvstudium.com/download.php</a>	бесплатно
<b>Информационно-справочные системы</b>			
4	Национальная информационно-аналитическая система Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	бесплатно
5	Университетская информационная система «Россия».	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>	бесплатно
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам.	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	бесплатно
<b>Профессиональные базы данных</b>			
7	База данных Social Science Research Network (SSRN).	<a href="http://www.ssoar.info/">http://www.ssoar.info/</a>	бесплатно
8	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science.	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>	бесплатно
9	Библиографическая и реферативная база данных Scopus.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	бесплатно

Методические указания, рекомендации и другие материалы  
Не предусмотрено.

### 6. Программное обеспечение необходимое для освоения дисциплины

Не предусмотрено.

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории (компьютерный класс) для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практических занятий), текущего контроля, промежуточной аттестации.

Учебные аудитории (компьютерный класс) для групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, в том числе научно-исследовательской.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФНАЦ ВИМ.



## 8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (фонд оценочных средств)

Контрольные задания для проведения текущего контроля по дисциплине (модулю)

Темы рефератов:

1. Электроэнергетические системы. Структура электрической сети.
2. Виды и структура электрических подстанций.
3. Схемы и группы соединения обмоток трёхфазного трансформатора.
4. Схемы электроснабжения.
5. Надёжность электроснабжения.
6. Общая характеристика и основные элементы воздушных линий электропередачи.
7. Эксплуатация воздушных линий электропередачи.
8. Конструкция кабельных линий электропередачи. Маркировка кабеля.
9. Способы прокладки внешних кабельных линий электропередачи.
10. Режимные характеристики линии электропередачи.
11. Погонные параметры воздушных и кабельных линий переменного тока.
12. Схемы замещения воздушных и кабельных линий электропередачи.
13. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током.
14. Защита от токов короткого замыкания.
15. Системы заземления TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT.
16. Способы и средства обеспечения электробезопасности.
17. Искусственные заземляющие устройства.
18. Аппараты защиты.
19. Электрические сети зданий.
20. Выбор сечения проводов по допустимому нагреву и экономической плотности тока.
21. Выбор и расположение светильников в жилых зданиях.
22. Освещение помещений производственных и складских зданий.
23. Освещение площадок предприятий и мест производства работ вне зданий.
24. Аварийное освещение. Охранное и дежурное освещение.
25. Учет потребления электроэнергии. Тарифная политика.
26. Устройство и эксплуатация счётчиков электрической энергии.
27. Качество электроэнергии.
28. Альтернативные источники энергии. Вторичные энергетические ресурсы.

Критерии защиты практических работ

К защите практической работы студент обязан:

- предоставить полностью оформленную лабораторную работу с заполненными таблицами, графиками, расчетами (при наличии) и заключением;
- знать необходимый теоретический материал;
- уметь кратко рассказать о содержании проведённой им работы и обосновать выводы, сделанные в заключении;
- знать типы и виды данных, правила расчета прямых и косвенных измерений;
- уметь строить графики с учетом погрешностей и записывать результаты измерений;
- уметь быстро приближенно производить оценку точности своих измерений;
- уметь решать практические задачи по теме данной работы.

Контрольные вопросы для проведения зачёта с оценкой

Вопросы к зачёту с оценкой:

1. Преимущества объединения электроэнергетических систем.
2. Классификация электрических сетей по функциональному назначению.
3. Классификация электрических сетей по номинальному напряжению.
4. Классификация электрических сетей по конфигурации.
5. Основные виды схем замещения линий электропередачи.

6. Расчет параметров схем замещения линий с нерасщепленными проводами фаз.
7. Влияние расщепления проводов воздушных линий на параметры схем замещения.
8. С какой целью выполняется расщепление проводов воздушных линий напряжением 330 кВ и выше?
9. Почему емкостная проводимость кабельной линии больше, чем у воздушной линии того же напряжения и сечения?
10. Перечислить основные конструктивные элементы воздушных линий.
11. Классификация проводов воздушных линий.
12. Маркировка проводов воздушных линий.
13. Конструкция силового кабеля.
14. Схема замещения двухобмоточного трансформатора для расчета режима электрической сети.
15. Схема замещения трехобмоточного трансформатора для расчета режима электрической сети.
16. Схема замещения автотрансформатора для расчета режима электрической сети.
17. Понятие падения и потери напряжения в элементе электрической сети.
18. Классификация потерь мощности в электрических сетях.
19. Потери мощности в линиях электропередачи.
20. Потери мощности в трансформаторах.
21. Взаимосвязь потерь мощности и энергии.
22. Порядок расчета потерь энергии по методу времени максимальных потерь.
23. Дать определение времени использования максимума нагрузки  $T_{max}$ .
24. Расчет режима разомкнутой питающей сети по данным начала.
25. Порядок расчета режима кольцевой питающей сети.
26. Перечислить источники реактивной мощности в электрических системах.
27. Батареи статических конденсаторов.
28. Способы регулирования напряжения в электрических системах.
29. Принципиальная схема РПН.
30. Этапы проектирования электрических сетей.
31. Выбор номинального напряжения сети.
32. Условия выбора и проверки воздушных линий.
33. Перечислить организационные мероприятия по снижению потерь энергии.
34. Перечислить технические мероприятия по снижению потерь энергии.
35. Влияние поперечной компенсации реактивной мощности на потери энергии.

## 9. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

### Экзамен (2 курс 3 семестр)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.