

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт  
(филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*  
(код и наименование направления подготовки)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

Год набора 2023


Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин  
наименование кафедры

протокол № 6 от " 10 " 02 2023 г.

Декан строительного-технологического факультета  Завьялова И.В.  
подпись расшифровка подписи

Исполнители:

доцент  О. С. Манакова  
должность подпись расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР  М. А. Зорина  
личная подпись расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  О. С. Манакова  
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству кафедры  Е.В. Фролова  
личная подпись расшифровка подписи

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины: формирование знаний о современной теории надежности в системах электроснабжения, методах расчета, анализа и оптимизации их надежности, обоснованное понимание роли надежности при разработке и эксплуатации систем электроснабжения.

### **Задачи:**

- формирование знаний о роли надежности в проектировании и эксплуатации систем электроснабжения и их подсистем; факторы, нарушающие надежность системы электроснабжения и их математические описания;
- формирование знаний о показателях, критериях и характеристиках электроэнергетических установок и систем;
- формирование знаний о моделях надежности электроустановок и систем; современных методах расчета показателей надежности, применяемых в системах электроснабжения;
- формирование знаний о способах и средствах повышения надежности и методах определения экономических ущербов от низкой надежности
- формирование умений применять модели надежности электроустановок в зависимости от поставленной задачи;
- формирование умений составлять схемы замещения для расчета и анализа надежности;
- формирование умений определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, средств релейной защиты, реальных энергообъектов и систем электроснабжения;
- формирование умений составлять деревья отказов, структурные схемы, графы возможных состояний для анализа надежности систем электроснабжения;
- формирование умений применять современные методы расчета для оценки надежности при проектировании и эксплуатации; определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей;
- формирование умений применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности; оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации
- формирование навыков использования методов расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов систем электроснабжения;
- формирование навыков выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета и исследования надежности;
- формирование навыков анализа структурной и функциональной надежности в эксплуатации;
- формирование навыков оценки надежности действующих электроустановок и систем и определения ущербов от перерывов электроснабжения в случае их выхода из строя;
- формирование навыков технико-экономической оценки недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения;
- формирование навыков выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе электроснабжения

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Математика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики, Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.15 Эксплуатационный контроль и техническая диагностика электрооборудования*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий*

### 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	ПК*-2-В-6 Демонстрирует способность применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности, оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- роль надежности в проектировании и эксплуатации систем электроснабжения и их подсистем; факторы, нарушающие надежность системы электроснабжения и их математические описания;</li> <li>- показатели, критерии и характеристики электроэнергетических установок и систем;</li> <li>- модели надежности электроустановок и систем; современные методы расчета показателей надежности, применяемые в системах электроснабжения;</li> <li>- способы и средства повышения надежности и методы определения экономических ущербов от низкой надежности</li> </ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять модели надежности электроустановок в зависимости от поставленной задачи;</li> <li>- составлять схемы замещения для расчета и анализа надежности;</li> <li>- определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, средств релейной защиты, реальных энергообъектов и систем электроснабжения;</li> <li>- составлять деревья отказов, структурные</li> </ul>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>схемы, графы возможных состояний для анализа надежности систем электроснабжения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные методы расчета для оценки надежности при проектировании и эксплуатации; определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей;</li> <li>- применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности; оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования методов расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов систем электроснабжения;</li> <li>- навыками выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета и исследования надежности;</li> <li>- навыками анализа структурной и функциональной надежности в эксплуатации;</li> <li>- навыками оценки надежности действующих электроустановок и систем и определения ущербов от перерывов электроснабжения в случае их выхода из строя;</li> <li>- навыками технико-экономической оценки</li> </ul>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения; - навыками выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе электроснабжения

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям.)	<b>98,5</b> +	<b>98,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и характеристики надежности электроснабжения	25	-	-		25
2	Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения	29	2	2		25
3	Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения	29	2	2		25
4	Ущерб от ограничений мощности и перерывов в электроснабжении	25	-	-		25
	Итого:	108	4	4		100

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Всего:	108	4	4		100

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Раздел 1. Основные понятия и характеристики надежности электроснабжения** Проблемы надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических установок и систем электроснабжения. Энергетическая безопасность. Понятие "надежность" в электроэнергетике, основные определения. Общие критерии оценки надежности. Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке инженера электрика. Относительность понятия "элемент" и "система" в расчетах надежности. Показатели надежности: единичные и комплексные. Задачи и исходные положения оценки надежности. Нормирование надежности. Причины повреждений основных элементов систем электроснабжения.

**Раздел 2. Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения.** Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Особенности случайных процессов, используемых при решении задач надежности в электроэнергетике. Факторы, нарушающие надежность системы и их математические описания: математические модели и количественные описания. Модели отказов элементов систем: внезапных и постепенных. Модели отказов установок. Резервирование релейно-контактных элементов. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей. Составление структурных схем, графов возможных состояний. Модель нерезервированной схемы из  $n$  элементов (последовательное соединение элементов). Модель надежности установки, системы из резервируемых восстанавливаемых элементов (параллельное соединение элементов). Модель надежности системы с восстановлением и профилактикой (системы с последовательным соединением элементов, системы с резервированием элементов). Марковские модели восстановления и оценки готовности систем электроснабжения. Модель "Дерево событий".

**Раздел 3. Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения.** Общая характеристика методов. Математические модели и количественные расчеты надежности систем. Метод путей и минимальных сечений. Структурный анализ и формальные приемы декомпозиции сложных схем. Аналитический метод расчета надежности систем электроснабжения. Вероятностные методы расчета надежности: таблично-аналитический, структурно-аналитический, структурно-вероятностный, таблично-логический, метод деревьев отказов, топологические методы расчета. Решение задач анализа надежности при проектировании и эксплуатации электроустановок и систем электроснабжения. Понятие о структурной надежности схем систем электроснабжения. Определение состояния полного отказа и безотказной работы схемы. Понятие о функциональной надежности. Оценка недоотпуска электроэнергии в системе с помощью модели состояния и режимов системы. Вероятности послеаварийных состояний сложных схем, расчет недоотпуска электроэнергии вследствие ограничения режимов в послеаварийных состояниях. Определение надежности различных схем электрических сетей. Расчеты надежности главных схем электрических соединений, схем РУ различных уровней напряжения электростанций и подстанций, систем электроснабжения. Расчет показателей надежности систем релейной защиты и автоматики. Выбор резерва. Ненагруженный резерв. Надежность функционирования оперативных (диспетчерских) эргатических систем в электрических сетях.

**Раздел 4. Ущерб от ограничений мощности и перерывов в электроснабжении.** Оптимизация технических решений в электроэнергетике с учетом ущерба. Техничко-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения. Понятие ущерба от отказа. Виды и составляющие ущербов. Методы расчета ущербов от перерывов электроснабжения и недоотпуска электроэнергии. Задачи надежности в условиях эксплуатации субъектов энергетики. Экономикоматематическая модель для оптимизации надежности. Критерии эффективности и целевые функции. Методы оптимизации. Средства и методы повышения надежности систем электроснабжения.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Применение методов теории вероятностей для анализа надежности простейших схем. Определение вероятностей отказов и безотказной работы систем	2
2	3	Расчет надежности систем аналитическим методом. Расчет надежности систем логико-вероятностным методом	2
		Итого:	4

### 4.4 Контрольная работа (8 семестр)

1. Расчет количественных характеристик надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов электроснабжения.
2. Экспоненциальный закон распределения времени, безотказной работы элементов электроснабжения.
3. Расчет количественных характеристик надежности при основном соединении элементов электроснабжения.
4. Расчет характеристик надежности резервированной системы электроснабжения.
5. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых элементов методами теории массового обслуживания.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Калинин, В. Ф. Надёжность систем электроснабжения : учебное пособие / В. Ф. Калинин, А. В. Кобелев, С. В. Кочергин ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2011. – 81 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978>

### 5.2 Дополнительная литература

1 Надёжность систем электроснабжения : учебное пособие / П. В. Крючин, С. Н. Тарасов, С. В. Машков [и др.]. — Самара : СамГАУ, 2018. - 110 с. - ISBN 978-5-88575-542-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/113426>

2 Секретарев, Ю. А. Надёжность электроснабжения : учебное пособие / Ю. А. Секретарев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 105 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228760>

### 5.3 Периодические издания

1 Электроэнергетика. Сегодня и завтра: информационно-аналитический журнал. – Москва: Деловая пресса.

### 5.4 Интернет-ресурсы

<http://www.news.elteh.ru> - расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники».

<http://www.electrikpro.ru> - информационный интернетресурс посвящённый теме электричества, электрической энергии, электротехнике и т.п.

<http://katalog.iot.ru/index.php>: Федеральный портал «Российское образование».

<http://window.edu.ru/window/catalog>: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

<https://electrohobby.ru/elektricheskie-mashiny/> - в мире электричества;

<https://electric-machines.ru/> - электрические машины в России;



<https://electrikam.com/elektricheskie-mashiny/> - электрокам;  
<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ELMACH/> - электрические машины;  
<https://electrophysic.ru/elektricheskie-mashiny/> - электрические машины

## **5.6 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

- 1 операционная система Microsoft Windows;
- 2 Microsoft Office;
- 3 операционная система: Linux RED OS MUROM 7.3.1;
- 3 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;
- 4 программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств Micro-Cap 12;
- 5 Яндекс браузер;
- 6 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>;
- 7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>;
- 8 Электронно-библиотечная система РУКОНТ - Режим доступа: <https://rucont.ru/>;
- 9 Электронно-библиотечная система Университетская библиотека онлайн – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL29ubGluZQ==>
- 10 Электронно-библиотечная система ЛАНЬ – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL2xhbg==>
- 11 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL3puYW5pdW0=>
- 12 Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL2tvbnN1bHRhbnQ=>
- 13 ООО "ИВИС" – Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12;>
- 14 Библиотека OCR Альдебаран – Режим доступа: <https://aldebaran.ru/>

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальный тестовый комплекс», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения лабораторных и практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской, учебными моделями электрических машин.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам