

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по образовательной деятельности
А. А. Панфилов
« 04 » 09 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Надежность электроснабжения»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль/ программа подготовки «Электроснабжение»
Уровень высшего образования бакалавриат
Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач.ед./час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежу- точной аттестации (экз./зачет)
7	3/108	18	18		45	Экзамен (27 час.)
Итого	3/108	18	18		45	Экзамен (27 час.)

Владимир 2019

Целями освоения дисциплины являются: ознакомление студентов с основными понятиями и определениями из теории надежности, показателями надежности систем электроснабжения (СЭС) и их элементов, понятием оптимальной надежности и принципами нормирования надежности, понятием об ущербе от перерывов электроснабжения, а также с математическими моделями надежности СЭС и методами их исследования.

Достижение названных целей предполагает **решение следующих задач:**

- изучение основных понятий и методов определения надежности СЭС;
- изучение принципов построения математических моделей надежности элементов систем электроэнергетики;
- овладение навыками проектирования, анализа и синтеза надежных СЭС с использованием современных информационных технологий;
- приобретение умений правильно выбирать и оценивать, с точки зрения надежности, различные схемы электроснабжения промышленных предприятий и установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Надежность электроснабжения» относится к дисциплинам вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП ВО. Дисциплина логически и содержательно тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Надежность электроснабжения», относятся «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника и электроника», «Электропитающие системы и электрические сети». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые **знания** для изучения вопросов надежности электроснабжения; методов и средств электрических измерений, элементной базы современной энергетической электроники, оборудования электрических станций и подстанций, которые используются для исследования принципов обеспечения надежности электроснабжения. Приобретают **умения** применять современные методы расчёта надежности электрических и магнитных цепей. **Овладевают** программными средствами для решения задач надежности в области теоретической электротехники и электроэнергетики.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций
1	2	3
ПК-2	Способен обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании объектов профессиональной деятельности	Способен обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании по технико-экономическим критериям
ПК-4	Способен учитывать взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Способен на этапе проектирования объектов профессиональной деятельности готовить предложения по их безаварийной и безопасной эксплуатации

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
	Введение	7	1-2	2				2/100	
1	Основные положения теории надежности	7	3-4	2			9	2/100	
2	Математический аппарат теории надежности	7	5-8	4	2		9	4/66,7	1 рейтинг-контроль
3	Методы расчета	7	9-14	6	8		9	6/42,9	2 рейтинг-контроль

	надежности систем электроснабжения								
4	Технико-экономические расчеты в задачах надежности	7	15-16	2	4		9	2/33,3	
5	Математические модели оптимизационных задач надежного электроснабжения	7	17-18	2	4		9	2/33,3	3 рейтинг-контроль
	Наличие в дисциплине КП/КР								
Всего: 108 часов				18	18		45	18/50	Экз.(27 час.)

Содержание лекционных занятий по дисциплине:

Введение

Содержание темы: Надежность технических систем. Надежность энергосистемы. Надежность электроснабжения. Задачи обеспечения надежности систем электроснабжения.

Тема 1 Основные положения теории надежности

Содержание темы: Категории надежности электроприемников. Понятие и классификация отказов . Элемент ,система и объект в теории надежности. Состояние объекта. Основные средства обеспечения надежности систем электроснабжения. Свойства и показатели надежности.

Тема 2 Математический аппарат теории надежности

Содержание темы 2.1.: Основы теории вероятности применительно к системам электроснабжения. Законы распределения случайных величин в теории надежности

Содержание темы 2.2.: Математическая статистика в системах электроснабжения. Проверка статистических гипотез

Тема 3 Методы расчета надежности систем электроснабжения

Содержание темы 3.1: Аналитический метод расчета надежности электроснабжения.

Содержание темы 3.2: Логико-вероятностный метод расчета надежности электроснабжения с помощью дерева отказов.

Содержание темы 3.3: Метод минимальных путей и сечений схем систем электроснабжения.

Тема 4 Технико-экономические расчеты в задачах надежности

Содержание темы: Определение ущерба потребителей от перерывов электроснабжения. Количественные характеристики ущерба.

Тема 5 Математические модели оптимизационных задач надежного электроснабжения

Содержание темы : Принципы построения математических моделей. Анализ решения оптимизационных задач. Линейные оптимизационные задачи повышения коэффициента мощности.

Содержание практических занятий по дисциплине:

Тема 2 Математический аппарат теории надежности

Содержание практического занятия 2.1: Числовые характеристики случайных величин. Законы распределения случайных величин.

Тема 3 Методы расчета надежности систем электроснабжения

Содержание практического занятия 3.1: Расчет показателей надежности систем, состоящих из последовательно и параллельно соединенных восстанавливаемых элементов.

Содержание практического занятия 3.2: Расчет показателей надежности методом свертки.

Содержание практического занятия 3.3: Метод расчета показателей надежности с использованием формулы полной вероятности.

Содержание практического занятия 3.4: Метод расчета показателей надежности на основе структурного анализа сложных схем.

Тема 4 Технико-экономические расчеты в задачах надежности

Содержание практического занятия 4.1: Определение недоотпуска электроэнергии и ущерба потребителей от перерывов электроснабжения.

Содержание практического занятия 4.2: Расчет количественных характеристик ущерба.

Тема 5 Математические модели оптимизационных задач надежного электроснабжения

Содержание практического занятия 5.1: Математическая модель оптимизационной задачи. Целевая функция. Ограничения. Граничные условия.

Содержание практического занятия 5.2: Решение линейных оптимизационных задач, связанных с повышением надежности систем электроснабжения.

5.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Надежность электроснабжения» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4, 5)
- Анализ ситуации (тема № 3.3)
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 5)

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Вопросы к рейтинг-контролю

Рейтинг-контроль 1

1. Чем определяется значение проблемы надёжности электроснабжения для народного хозяйства страны?
2. Какие особенности систем электроснабжения как объектов применения теории надёжности следует учитывать?
3. Что понимается под надёжностью?
4. Какие свойства объекта определяют его надёжность?
5. Как соотносятся между собой надёжность и качество?
6. Что представляет собой отказ?
7. Что представляют собой единичные показатели надёжности?
8. Что представляют собой комплексные показатели надёжности?
9. Какими показателями характеризуется свойство безотказности восстанавливаемого объекта?

10. Какие основные показатели характеризуют свойство ремонтпригодности?
11. Какие основные показатели надёжности СЭС используются в инженерной практике?
12. Какие виды расчётных отказов работоспособности используются при анализе надёжности СЭС?

Рейтинг-контроль 2

1. Как используются показатели надёжности для анализа и выбора вариантов СЭС?
2. Что такое оптимальная надёжность?
3. Что такое нормирование надёжности, что лежит в его основе?
4. Чем отличаются друг от друга прямые и опосредованные нормы надёжности?
5. Как нормируется надёжность в ПУЭ?
6. Что понимают под прямым и дополнительным ущербами от перерывов электроснабжения?
7. Модели отказов оборудования.
8. Модели отказов и надёжности оборудования без учёта профилактики.
9. Граф модели надёжности элемента с восстановлением.
10. Граф модели надёжности дублированной системы с постоянным резервированием и ограниченным восстановлением.
11. Граф модели надёжности дублированной системы с резервированием, замещением и ограниченным восстановлением.
12. Граф модели надёжности элемента с восстановлением и профилактикой.
13. Граф модели надёжности системы с последовательным соединением элементов, восстановлением и профилактикой.
14. Граф модели надёжности дублированной системы с восстановлением и профилактикой.

Рейтинг-контроль 3

1. Логико-вероятностный расчёт надёжности с помощью дерева отказов.
2. Таблично-логический расчёт надёжности.
3. Погрешность оценки показателей надёжности и зона неопределённости критериев.
4. Общие вопросы оптимизации технических решений с учётом надёжности.
5. Экспертно-факторное прогнозирование показателей надёжности высоковольтной аппаратуры.
6. Непараметрические оценки надёжности электроэнергетических установок.

7. Комплексные критерии качества и эффективности технических решений.

8. Методы многоцелевой оптимизации.

9. Основы оптимального профилактического обслуживания.

10. Прогнозирование надёжности и стратегия профилактического обслуживания оборудования.

6.2. Самостоятельная работа студентов

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов, размещённых на сайте системы дистанционного обучения (СДО) университета. По дисциплине «Надёжность электроснабжения» на сайте СДО размещены следующие материалы:

- рабочая программа дисциплины;
- тексты лекций;
- методические указания по выполнению расчетно-графической работы;
- методические указания к практическим занятиям.

При использовании дистанционных образовательных технологий преподаватель контролирует и направляет самостоятельную работу студентов через индивидуальные консультации.

Самостоятельно студент должен изучить следующие вопросы:

1. Вероятностные методы в расчетах надёжности СЭС.
2. Интегральные характеристики параметров режимов электрических систем.
3. Модели надёжности невосстанавливаемых элементов.
4. Модели надёжности восстанавливаемых элементов.
5. Модели отказов для резервированных систем.
6. Аналитический метод расчета надёжности электроснабжения.
7. Логико-вероятностный метод расчета надёжности электроснабжения.
8. Экономико-математические модели надёжности электроснабжения.

Расчётно-графическая работа

Тема: «Расчёт параметров надёжности районной электрической сети». В работе производится выбор оптимальной схемы электроснабжения с учётом надёжности. Расчётно-графическая работа состоит из пояснительной записки и графической части, представляемой схемами.

6.3. Экзаменационные вопросы

1. Основные понятия теории надёжности.
2. Классификация отказов.
3. Единичные показатели надёжности.
4. Комплексные показатели надёжности.

5. Количественные показатели надёжности.
6. Практические задачи, связанные с проблемой надёжности в электроэнергетике.
7. Выбор методов решения поставленных задач.
8. Факторы, учитываемые при оценке и расчёте надёжности.
9. Обеспечение заданного уровня надёжности (факторы).
10. Факторы, влияющие на выбор технических решений и оптимизация уровня надёжности.
11. Признаки больших систем энергетики.
12. Система сбора и обработки информации о надёжности элемента СЭС или в целом СЭС.
13. Формы документов о надёжности.
14. Стендовые и контрольные испытания.
15. План испытаний.
16. Статистическая оценка показателей надёжности.
17. Методы статистического анализа.
18. Методы статистического контроля качества и надёжность.
19. Причины отказов энергетического оборудования.
20. Модели отказов оборудования.
21. Модели отказов и надёжности оборудования без учёта профилактики.
22. Граф модели надёжности элемента с восстановлением.
23. Граф модели надёжности дублированной системы с постоянным резервированием и ограниченным восстановлением.
24. Граф модели надёжности дублированной системы с резервированием, замещением и ограниченным восстановлением.
25. Граф модели надёжности элемента с восстановлением и профилактикой.
26. Граф модели надёжности системы с последовательным соединением элементов, восстановлением и профилактикой.
27. Граф модели надёжности дублированной системы с восстановлением и профилактикой.
28. Логико-вероятностный расчёт надёжности с помощью дерева отказов.
29. Таблично-логический расчёт надёжности.
30. Погрешность оценки показателей надёжности и зона неопределённости критериев.
31. Общие вопросы оптимизации технических решений с учётом надёжности.
32. Экспертно-факторное прогнозирование показателей надёжности высоковольтной аппаратуры.
33. Непараметрические оценки надёжности электроэнергетических установок.
34. Комплексные критерии качества и эффективности технических решений.

35. Методы многоцелевой оптимизации.
36. Основы оптимального профилактического обслуживания.
37. Прогнозирование надёжности и стратегия профилактического обслуживания оборудования.
38. Влияние отказов устройств РЗ на надёжность СЭС.
39. Роль человеческого фактора в обеспечении надёжности СЭС

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность:

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
Надёжность электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Васильев И.Е. - М. : Издательский дом МЭИ, 2014	2014		2014 http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI218.html - ISBN 978-5-383-00809-6.
Практикум по основам теории надёжности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Горелик А.В., Ермакова О.П. - М. : УМЦ ЖДТ, 2013.	2013		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890356475.html
Дополнительная литература			
Васильева Т.Н. Надёжность электрооборудования и систем электроснабжения .-М.: Издательство Горячая	2013		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978589035

линия – Телеком, 2015. Практикум по основам теории надежности [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Горелик А.В., Ермакова О.П. - М. : УМЦ ЖДТ, 2013.			6475.html
Афонин В.А. Основы теории надёжности . - М.: Изд. дом МЭИ,2010.ISBN 978-5-383-00579-8.	2010		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978-5-383-00579-8.
Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Электронный ресурс] / И.А. Рябинин. - СПб. : Политехника, 2012. -	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732505490.html

7.2.Периодические издания:

1. Журнал «Электротехника»
2. Журнал «Электричество»
3. Журнал «Электрические станции и подстанции»


7.3. Интернет-ресурсы:

Пакет прикладных программ в MATLAB.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд.517-3; 520-3; 522-3) с применением:

1. Дистанционных образовательных технологий.
2. Набора слайдов для проведения лекций.

Рабочую программу составил доцент кафедры электротехники и электроэнергетики ВлГУ, к.т.н. Максимов Ю.П. 

Рецензент :

Начальник ПО ООО «МФ-Электро»  Ю.С.Чебрякова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электротехники и электроэнергетики ВлГУ

Протокол № __1__ от 04.09. 2019 года

Заведующий кафедрой ЭтЭн Бадалян Н.П. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол № __1__ от 04.09.2019 года

Председатель комиссии Бадалян Н.П. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 02.09.2020 года

Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на 2021/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 7 от 11.03.2021 года

Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____