

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Луковникова Елена Ивановна
Должность: Проректор по учебно работе
Дата подписания: 03.11.2021 14:22:22
Уникальный программный ключ:
662f10c4f551d206a7c65a90eeb2bf0a68410b35

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова
Е.И. Луковникова
25 июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.27 Надежность электроснабжения

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и электротехники**

Учебный план б130302_21_ЭЭ.plx

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Зачет 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
В том числе инт.	12	12	12	12
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	54	54	54	54
Итого	108	108	108	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование у студентов понятия надежности как комплекса свойств инженерного объекта;
1.2	изучение методов расчета надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов, групп элементов, соединенных различным способом;
1.3	освоение методики расчета схем электроснабжения, распределительных устройств, оптимального назначения резервов мощности в энергосистеме на основе технико-экономических расчетов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О.27
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математика	
2.1.2	Метрология	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Электроснабжение	
2.2.2	Эксплуатация и ремонт электрооборудования электрических станций и подстанций	
2.2.3	Технико-экономические расчеты в электроэнергетике	
2.2.4	Экономика электроэнергетики	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Индикатор 1	ОПК-2.1: Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов
-------------	---

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	особенности моделей расчета надежности элементов, групп элементов, имеющих различное соединение; методику расчета надежности схем распределительных устройств; способы оценки последствий отказов энергетических установок; основные принципы выбора оптимальной величины резервов мощности в энергосистеме;
3.2	Уметь:
3.2.1	использовать математические модели для расчета показателей надежности элементов и различно соединенных групп элементов; анализировать принятые инженерные решения по обеспечению надежности на основе технико-экономических расчетов;
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками разработки алгоритмов и программ расчета надежностных показателей систем электроснабжения; принятия обоснованного инженерного решения при выборе оптимального уровня надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетического объекта.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Основные понятия и свойства надежности						
1.1	Лек	Введение. Проблема надёжности и её значение для современной техники и электроэнергетики	6	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	1	лекция-беседа

1.2	Лек	Основные задачи, возникающие при изучении проблем надёжности электроснабжения. Причины и характер повреждения основных элементов системы электроснабжения	6	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	1	лекция-беседа
1.3	Пр	Элементы теории вероятностей, случайные величины в энергетике и их законы распределения	6	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.4	Пр	Определение показателей схемной (структурной) надёжности электрических сетей	6	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.5	Пр	Расчет надёжности схем электроснабжения с учетом плановых простоев	6	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.6	Ср		6	10	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.7	Зачёт		6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
	Раздел	Раздел 2. Надёжность элементов и групп элементов						
2.1	Лек	Модели отказов в системах электроснабжения. Виды отказов, классификация отказов, типы отказов	6	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	1	лекция-беседа
2.2	Лек	Количественные характеристики основных показателей надёжности. Изучение интенсивности отказов во времени. Вероятность безотказной работы, вероятность возникновения отказов, интенсивность отказов, частота отказов	6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	1	лекция-беседа
2.3	Лек	Расчётные формулы для экспоненциального закона надёжности. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов. Вероятность восстановления элемента, вероятность не восстановления, частота восстановления, интенсивность, коэффициент готовности. Определение надёжности систем по показателям надёжности входящих в них элементов. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей	6	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	

2.4	Лек	Надёжность систем с последовательным соединением элементов. Надёжность систем с параллельным соединением элементов. Надёжность систем при постоянном общем резервировании. Надёжность систем при постоянном раздельном резервировании. Надёжность систем со смешанным соединением элементов. Приблизительный метод преобразования треугольника в звезду и обратно. Приблизительный метод исключения элементов	6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.5	Ср		6	10	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.6	Зачёт		6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
	Раздел	Раздел 3. Последствия отказов электроэнергетических установок						
3.1	Лек	Особенности расчёта надёжности схем электроснабжения. Учёт преднамеренных отключений. Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов, при параллельном соединении	6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
3.2	Лек	Определение времени поиска повреждённого участка. Надёжность не резервируемых сетей электроснабжения. Показатели надёжности систем электроснабжения. Линии без коммутационных аппаратов. Линии с коммутационными аппаратами	6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
3.3	Пр	Расчет математического ожидания ущерба методом статистических испытаний	6	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	2	работа с малой группой
3.4	Ср		6	8	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
3.5	Зачёт		6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
	Раздел	Раздел 4. Назначение оптимальной величины резерва мощности в энергосистеме						

4.1	Лек	Потребители электрической энергии и последствия нарушений их электроснабжения. Влияние режима напряжения на надёжность электроснабжения потребителей. Функция реакции электрической сети. Функция реакции потребителей. Расчёт и оценка надёжности систем электроснабжения	6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
4.2	Лек	Требования к надёжности электроснабжения потребителей. Технологические ущербы и их влияние на требования к надёжности. Нормативная документация по надёжности в электроэнергетике. Выбор показателей надёжности электроснабжения	6	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
4.3	Пр	Выбор аварийного резерва мощности в ЭЭС	6	8	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	2	работа с малой группой
4.4	Ср		6	10	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
4.5	Зачёт		6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
	Раздел	Раздел 5. Расчет надёжности схем распределительных устройств						
5.1	Лек	Учёт надёжности при решении задач в системах электроснабжения. Нормирование показателей надёжности	6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
5.2	Лек	Экологические формы управления надёжности электроснабжения. Выбор схем электроснабжения потребителей с учётом величины ущерба	6	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
5.3	Пр	Расчет показателей надёжности распределительных устройств	6	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	2	работа с малой группой
5.4	Пр	Расчет надёжности распределительных устройств на основе упрощенной модели отказов выключателей	6	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	2	работа с малой группой
5.5	Ср		6	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	

5.6	Зачёт		6	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
-----	-------	--	---	---	-------	---	---	--

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Коллоквиум

Раздел №1: Основные понятия и свойства надежности

1. Проблема надёжности и её значение для современной техники и электроэнергетики: основные задачи, возникающие при изучении проблем надёжности электроснабжения.

2. Причины и характер повреждения основных элементов системы электроснабжения.

Раздел №2: Надежность элементов и групп элементов

1. Модели отказов в системах электроснабжения.

2. Виды отказов, классификация отказов.

3. Типы отказов.

Раздел №3: Последствия отказов электроэнергетических установок

1. Количественные характеристики основных показателей надёжности.

2. Расчётные формулы для экспоненциального закона надёжности

3. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов.

4. Коэффициент готовности, коэффициент простоя.

5. Теорема сложения вероятностей.

6. Теорема умножения вероятностей.

7. Надёжность систем с последовательным соединением элементов.

8. Надёжность систем с параллельным соединением элементов.

9. Надёжность систем при постоянном общем резервировании.

10. Надёжность систем при постоянном раздельном резервировании.

11. Надёжность систем со смешанным соединением элементов.

Раздел №4: Назначение оптимальной величины резерва мощности в энергосистеме

1. Приблизительный метод преобразования треугольника в звезду и обратно.

2. Приблизительный метод исключения элементов.

3. Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов.

4. Преднамеренные отключения при параллельном соединении.

5. Расчёт показателей надёжности схем электроснабжения.

6. Расчёт показателей надёжности электроустановок.

Раздел №5: Расчет надежности схем распределительных устройств

1. Линии без коммутационных аппаратов.

2. Линии с коммутационными аппаратами.

3. Определение времени поиска повреждённого участка

4. Воздушные линии с глухим присоединением потребителей.

5. Линии с присоединением потребителей по петлевой схеме.

6. Многократно резервируемые линии.

7. Влияние режима напряжения на надёжность электроснабжения потребителей.

8. Функция реакции электрической сети.

9. Функция реакции потребителей.

10. Расчёт и оценка надёжности систем электроснабжения

11. Требования к надёжности электроснабжения потребителей.

12. Технологические ущербы и их влияние на требования к надёжности.

13. Нормативная документация по надёжности в электроэнергетике.

14. Учёт надёжности при решении задач в системах электроснабжения.

15. Нормирование показателей надёжности.

16. Экологические формы управления надёжности электроснабжения.

17. Выбор схем электроснабжения потребителей с учётом величины ущерба.

18. Выбор показателей надёжности электроснабжения.

6.2. Темы письменных работ

Учебным планом не предусмотрено

6.3. Фонд оценочных средств

Вопросы к зачёту

Раздел №1: Основные понятия и свойства надёжности

1. Проблема надёжности и её значение для современной техники и электроэнергетики: основные задачи, возникающие при изучении проблем надёжности электроснабжения.

2. Причины и характер повреждения основных элементов системы электроснабжения.

Раздел №2: Надёжность элементов и групп элементов

1. Модели отказов в системах электроснабжения.

2. Виды отказов, классификация отказов.

3. Типы отказов.

Раздел №3: Последствия отказов электроэнергетических установок

1. Количественные характеристики основных показателей надёжности.

2. Расчётные формулы для экспоненциального закона надёжности

3. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов.

4. Коэффициент готовности, коэффициент простоя.

5. Теорема сложения вероятностей.

6. Теорема умножения вероятностей.

7. Надёжность систем с последовательным соединением элементов.

8. Надёжность систем с параллельным соединением элементов.

9. Надёжность систем при постоянном общем резервировании.

10. Надёжность систем при постоянном раздельном резервировании.

11. Надёжность систем со смешанным соединением элементов.

Раздел №4: Назначение оптимальной величины резерва мощности в энергосистеме

1. Приблизительный метод преобразования треугольника в звезду и обратно.

2. Приблизительный метод исключения элементов.

3. Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов.

4. Преднамеренные отключения при параллельном соединении.

5. Расчёт показателей надёжности схем электроснабжения.

6. Расчёт показателей надёжности электроустановок.

Раздел №5: Расчет надёжности схем распределительных устройств

1. Линии без коммутационных аппаратов.

2. Линии с коммутационными аппаратами.

3. Определение времени поиска повреждённого участка

4. Воздушные линии с глухим присоединением потребителей.

5. Линии с присоединением потребителей по петлевой схеме.

6. Многократно резервируемые линии.

7. Влияние режима напряжения на надёжность электроснабжения потребителей.

8. Функция реакции электрической сети.

9. Функция реакции потребителей.

10. Расчёт и оценка надёжности систем электроснабжения

11. Требования к надёжности электроснабжения потребителей.

12. Технологические ущербы и их влияние на требования к надёжности.

13. Нормативная документация по надёжности в электроэнергетике.

14. Учёт надёжности при решении задач в системах электроснабжения.

15. Нормирование показателей надёжности.

16. Экологические формы управления надёжности электроснабжения.

17. Выбор схем электроснабжения потребителей с учётом величины ущерба.

18. Выбор показателей надёжности электроснабжения.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Коллоквиум, вопросы к зачёту

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**7.1. Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Секретарев Ю.А.	Надёжность электроснабжения: учебное пособие	Новосибирск: НГТУ, 2010	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Секретарев%20Ю.А.Надёжность%20электроснабжения.Учеб.пособие.2010.pdf
Л1. 2	Малафеев С. И.	Надёжность электроснабжения	Санкт-Петербург: Лань, 2018	1	https://e.lanbook.com/book/101833

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 3	Калинин В. Ф., Кобелев А. В., Кочергин С. В.	Надёжность систем электроснабжения: учебное пособие	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2011	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Конюхова Е.А.	Электроснабжение объектов: Учеб. пособие	Москва: Академия, 2004	10	
Л2. 2	Аполлонский С.М., Куклев Ю.В.	Надежность и эффективность электрических аппаратов: Учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2011	10	
Л2. 3	Гук Ю.Б., Карпов В.В., Лapidус А.А.	Теория надежности. Введение: учебное пособие	Санкт-Петербург: Изд-во политехнического университета, 2009	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Гук%20Ю.Б.%20Теория%20надежности.%20Введение.Учеб.%20пособие.2009.pdf
Л2. 4	Анищенко В.А., Колосов И.В.	Основы надежности систем электроснабжения: пособие	Минск: БНТУ, 2007	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Анищенко%20В.А.Основы%20надежности%20систем%20электроснабжения.Учеб.пособие.2007.pdf

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Карпова Н.А.	Расчет надежности электроснабжения: методические указания по выполнению контрольной работы	Братск: БрГУ, 2012	68	

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Архиватор 7-Zip
7.3.1.4	Adobe Reader

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.2	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.3	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.4	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.5	«Университетская библиотека online»
7.3.2.6	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1110	Лаборатория электроснабжения	Учебная мебель 1. Стенд РССЭС-Н-Р (Распределительные сети систем электроснабжения) 2. Стенд КЭЭСЭС01 – Н-К (Качество электроэнергии в электрических сетях. 3. Стенд ЭТ и ОЭ-Н-Р (Электротехника и основы электроники) 4. Макет «Типы электроламп» 5. Стенды по электроснабжению собственной разработки
1110	Лаборатория электроснабжения	Учебная мебель 1. Стенд РССЭС-Н-Р (Распределительные сети систем электроснабжения) 2. Стенд КЭЭСЭС01 – Н-К (Качество электроэнергии в электрических сетях. 3. Стенд ЭТ и ОЭ-Н-Р (Электротехника и основы электроники) 4. Макет «Типы электроламп» 5. Стенды по электроснабжению собственной разработки
2201	читальный зал №1	Учебная мебель Оборудование 10- ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина надежность электроснабжения направлена на ознакомление с показателями, критериями и характеристиками систем электроснабжения ; на получение теоретических знаний и практических навыков современных методов расчетов вышеназванных показателей для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины надежность электроснабжения предусматривает:

-лекции;

-практические занятия;

-зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Основные понятия и свойства надежности» студенты должны уяснить основные понятия и характеристики надежности элементов и систем. В ходе освоения раздела 2 «Надежность элементов и групп элементов» студенты должны уяснить математические модели для анализа надежности элементов, схем и систем. В ходе освоения раздела 3 студенты должны уяснить расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения. В ходе освоения раздела 4 студенты должны научиться оценивать ущербы от ограничений мощности и перерывов в электроснабжении.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для оценки элементов и объектов электроснабжения ,применения и реализации тех или иных проектов в конкретных ситуациях.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на основные сведения из теории вероятностей и математической статистики.

Овладение ключевыми понятиями является обязательным условием для изучения дисциплины.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам, указанном в перечне, а именно: №6-10;№25-29,№32-36.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о том, как правильно оценить надежность систем с целью избежания перерывов электроснабжения.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения лекционного материала.

В процессе консультации с преподавателем выяснять непонятые на лекции материалы.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.