

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

«_____» декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ.ТЕРМИНОЛОГИЯ.ОСНОВЫ**

Б1.В.ДВ.3.2

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Электроснабжение

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Семинары / практические занятия.....	7
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	7
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	8
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	10
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	20
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	24
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	25

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Формирование у студентов понятия надежности как комплекса свойств электротехнических объектов и систем в целом.

Задачи дисциплины

Освоение студентами методов расчета надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов, групп элементов, соединенных различным способом. Усвоение основных методик расчета схем электроснабжения, распределительных устройств, оптимального назначения резервов мощности в энергосистеме на основе технико-экономических расчетов.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении экспериментальных задач	знать: - особенности моделей расчета надежности элементов, групп элементов, имеющих различное соединение; – способы оценки последствий отказов энергетических установок. уметь: - использовать математические модели для расчета показателей надежности элементов и различно соединенных групп элементов. владеть: – навыками разработки алгоритмов и программ расчета надежности систем электроснабжения.
ПК-4	способность проводить обоснование проектных решений	знать: -методику расчета надежности схем распределительных устройств; -основные принципы выбора оптимальной величины резервов мощности в энергосистеме; уметь: -анализировать принятые инженерные решения по обеспечению надежности на основе технико-экономических расчетов; владеть: - навыками принятия обоснованного инженерного решения при выборе оптимального уровня надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетического объекта.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ОД.12 Надежность систем энергетики. Терминология. Основы. относится к вариативной части.

Дисциплина Надежность систем энергетики. Терминология. Основы. базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: «Математика» и «Применение теории вероятностей и математической статистики», курсах «Передача и распределение электрической энергии», «Электроснабжение», «Экономика энергетики»

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Надежность электроснабжения представляет основу для изучения дисциплин: «Электроснабжение», «Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий» и др.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	108	51	17	-	34	57	-	зачет
Заочная	5	-	108	12	4	-	8	92	-	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	3	-	108	8	4	-	4	96	-	зачет

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	15	51
Лекции (Лк)	17	10	17
Практические занятия (ПЗ)	34	5	34
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57
Подготовка к лабораторным работам	19	-	19
Подготовка к практическим занятиям	19	-	19
Подготовка к зачету в течение семестра	19	-	19
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоёмкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость, (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1.	Задачи и исходные положения надёжности.	22	2	12	8
2.	Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.	20	8	-	12
3.	Математические модели. Количественные описания математических моделей.	19	4	2	13
4.	Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.	23	2	10	11
5.	Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.	24	1	10	13
ИТОГО		108	17	34	57

- для заочной формы обучения:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоёмкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость, (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1.	Задачи и исходные положения надёжности.	16	-	-	16
2.	Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.	20	1	-	19
3.	Математические модели. Количественные описания математических моделей	20	-	2	18
4.	Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.	24	1	4	19
5.	Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.	24	2	2	20
ИТОГО		104	4	8	92

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раз-	Наименование раздела дисциплины	Трудоёмкость,	Виды учебных занятий, включая самостоятельную
--------	---------------------------------	---------------	---

дела		(час.)	работу обучающихся и трудоемкость, (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1.	Задачи и исходные положения надёжности.	16	-	-	16
2.	Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.	20	1	-	19
3.	Математические модели. Количественные описания математических моделей.	21	-	1	20
4.	Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.	22	1	2	19
5.	Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.	25	2	1	22
	ИТОГО	104	4	4	96

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Интерактив по лекциям проводится в виде: лекция-беседа, разбор конкретной ситуации. Всего 10 часов.

Раздел 1. Задачи и исходные положения надёжности.

Введение. Проблема надёжности и её значение для современной техники и электроэнергетики: основные задачи, возникающие при изучении проблем надёжности электроснабжения. Причины и характер повреждения основных элементов системы электроснабжения.

Раздел 2. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.

Модели отказов в системах электроснабжения. Виды отказов, классификация отказов, типы отказов.

Раздел 3. Математические модели. Количественные описания математических моделей.

Количественные характеристики основных показателей надёжности. Изучение интенсивности отказов во времени. Вероятность безотказной работы, вероятность возникновения отказов, интенсивность отказов, частота отказов. Расчётные формулы для экспоненциального закона надёжности. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов. Вероятность восстановления элемента, вероятность не восстановления, частота восстановления, интенсивность, коэффициент готовности.

Раздел 4. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.

Определение надёжности систем по показателям надёжности входящих в них элементов. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. 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.

Раздел 5. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.

Особенности расчёта надёжности схем электроснабжения. Учёт преднамеренных отключений. Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов, при параллельном соединении. Расчёт показателей надёжности схем электроснабжения. Расчёт показателей надёжности электроустановок.

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1.	1.	Элементы теории вероятностей, случайные величины в энергетике и их законы распределения	4	-
2.	3.	Аналитическое определение количественных характеристик надежности элемента	6	Тренинг(2час.)
3.		Надёжность систем с параллельным и последовательным соединением элементов.	4	-
4.		Расчет надежности системы с постоянным резервированием.	6	-
5.	4.	Определение показателей надёжности восстанавливаемых элементов.	7	Тренинг(4час.)
6.	5.	Расчёт надёжности систем электро-снабжения.	7	-
ИТОГО			34	6

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		Σ <i>комп.</i>	t_{cp} , час	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ПК</i>	<i>ОПК</i>				
		4	2				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Задачи и исходные положения надёжности.	22	+	+	2	11	Лк, ПЗ,СР	зачет
2. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания	20	+	+	2	10	Лк, СР	зачет
3. Математические модели. Количественные описания математических моделей.	19	+	+	2	9,5	Лк, ПЗ,СР	зачет
4. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.	23	+	+	2	11,5	Лк, ПЗ,СР	зачет
5. Техничко-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.	24	+	+	2	12	Лк, ПЗ,СР	зачет
всего часов	108	54	54	2	54		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Карпова Н.А. Расчет надежности электроснабжения:

Методические указания по выполнению контрольной работы /Составитель Н.А.Карпова – Братск: ФГБОУ ВПО «БрГУ»,2012, 30 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия (Лк, ПЗ, СР)</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Гук, Ю. Б. Теория надежности. Введение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Б. Гук, В. В. Карпов, А. А. Лапидус. - Санкт-Петербург : Изд-во политехнического университета, 2009. - 171 с. - Б. ц. http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Гук%20Ю.Б.%20Теория%20надежности.%20Введение.Учеб.%20пособие.2009.pdf	Лк, СР	ЭР	1
2.	Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие/ В.А. Анищенко.- Мн.: БНТУ, 2007.-151с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Анищенко%20В.А.Основы%20надежности%20систем%20электроснабжения.Учеб.пособие.2007.pdf	Лк, ПЗ, СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
3.	Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т.Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник /Под ред. Ю.Н.Руденко. - Москва: Энергоатомиздат,2000.-565с.	Лк, ПЗ, СР	5	0,3
4.	Конюхова Е. А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие /Е.А.Конюхова - М.: Академия, 2004.-320 с: ил.	Лк, СР	10	0,6

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=B00K&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=

2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <http://budgetrf.ru/welcome>

8. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» (локальная сеть вуза).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие №1.

Элементы теории вероятностей, случайные величины в энергетике и их законы распределения

Цель работы: Изучить на практике количественные показатели надежности и формулы их определения.

Задание:

1. Определить интенсивность отказов за первый и последний зафиксированный час работы.
2. Сделать вывод о надежности устройства в начале и конце испытаний.

Порядок выполнения:

Представим условие задачи в виде временной оси, представленной на рис. 1 с обозначением числа элементов отказывающих в разные моменты времени.

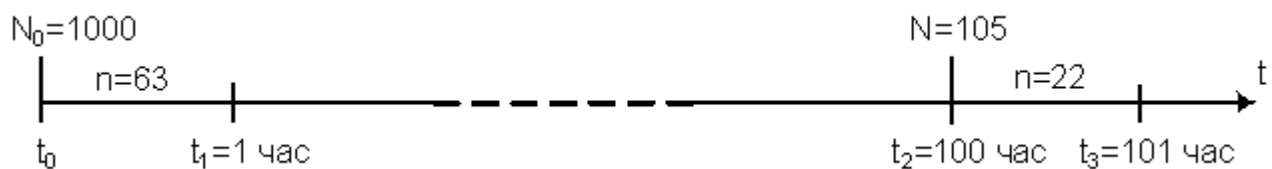


Рис. 1. Графическое представление условий задачи

На первый взгляд может показаться, что поскольку в последний час наблюдений отказов устройств меньше, и надежность устройств выше, но это не так. Истинный вывод можно сделать только после определения интенсивностей отказа за первый и последний часы и их сравнения.

Интенсивность отказов за период времени Δt определяется по формуле:

$$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{ср}} \cdot \Delta t}, \frac{1}{\text{час}} \quad (1.1)$$

где $n(\Delta t)$ – число отказов за время; $N_{\text{ср}}$ – число элементов оставшихся в работоспособном состоянии к середине интервала Δt .

Форма отчетности:

Результат решения в тетради по практическим занятиям.

Задания для самостоятельной работы:

1. Задача. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 час. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить $f^*(t), \lambda^*(t)$ при $t=4000$ час.

2. Задача. На испытание поставлено 100 однотипных изделий.

За 4000 час. отказало 50 изделий. Требуется определить $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ час.

Задача 1.9. В течение 1000 час из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 - 1100 час. отказал еще один гироскоп. Требуется определить $f^*(t), \lambda^*(t)$ при $t=1000$ час.

3. Задача. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За пер-

вые 3000 час. отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить $p^*(t)$ и $q^*(t)$ при $t=4000$ час.

4. Задача. На испытание поставлено 1000 изделий. За время $t=1300$ час. вышло из строя 288 штук изделий. За последующий интервал времени 1300-1400 час. вышло из строя еще 13 изделий. Необходимо вычислить $p^*(t)$ при $t=1300$ час. и $t=1400$ час.; $f^*(t)$, $\lambda^*(t)$ при $t=1300$ час.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию
Изучение лекционного материала, списка рекомендованной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ Об электроэнергетике (с изменениями от 22 августа, 30 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 11 ноября 2007 г., 14 июля, 25 декабря 2008 г., 23 ноября 2009 г., 9 марта, 26, 27 июля, 28 декабря 2010 г., 7 февраля 2011 г.)
2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

Основная литература

1. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие / В.А. Анищенко. - Мн.: БНТУ, 2007. - 151 с.

Дополнительная литература

1. Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т. Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник / Под ред. Ю.Н. Руденко. - Москва: Энергоатомиздат, 2000.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, частота отказов?
2. Графическое изображение количественных показателей надежности.

Практическое занятие №2

Аналитическое определение количественных характеристик надежности элемента

Цель работы: изучить количественные характеристики основных показателей надежности.

Задание:

1. Время работы изделия до отказа подчиняется закону распределения Релея. Требуется вычислить количественные характеристики надежности изделия $p(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$, $m(t)$ для $t=1000$ час, если параметр распределения $\sigma t=1000$ час.

Порядок выполнения:

1. Вычислим вероятность безотказной работы $p(t)$
2. Определим частоту отказа $f(t)$
3. Рассчитаем интенсивность отказов
4. Определим среднее время безотказной работы изделия

Форма отчетности:

Результат решения в тетради по практическим занятиям.

Задания для самостоятельной работы:

- 1 Задача. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени $t=120$ час., а также среднее время безотказной работы.

2. Задача. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 час., частоту отказов для момента времени $t=120$ час и интенсивность отказов.

3. Задача. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $m_t = 8000$ час., $\sigma_t = 1000$ час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $p(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$, m_t для $t=8000$ час.

4. Задача. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром $\sigma_t = 1860$ час. Требуется вычислить $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ для $t = 1000$ час и среднее время безотказной работы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию
Изучение лекционного материала, списка рекомендованной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ Об электроэнергетике (с изменениями от 22 августа, 30 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 11 ноября 2007 г., 14 июля, 25 декабря 2008 г., 23 ноября 2009 г., 9 марта, 26, 27 июля, 28 декабря 2010 г., 7 февраля 2011 г.)
2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

Основная литература

1. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие / В.А. Анищенко. - Мн.: БНТУ, 2007. - 151с.

Дополнительная литература

- 1 Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т. Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник / Под ред. Ю.Н. Руденко. - Москва: Энергоатомиздат, 2000.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите показатели структурной надежности.

Практическое занятие №3.

Надёжность систем с параллельным и последовательным соединением элементов.

Цель работы: освоение расчетов надежности схем электроснабжения с параллельным и последовательным соединением элементов.

Задание:

Определить вероятность безотказной работы мостового выпрямителя на рис. 4 через 1,7 года (распределение отказов экспоненциальное) при следующих интенсивностях отказов:

источник питания – $\lambda_{\text{ип}} = 0,005 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{час}};$

трансформатор – $\lambda_{\text{тр}} = 0,09 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{час}};$

вентиль – $\lambda_{\text{в}} = 0,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{час}}.$

Порядок выполнения:

Для решения задачи составим схему замещения заданной системы по надежности. Отказ системы произойдет в случае отказа источника питания, отказа трансформатора или отказа любого из вентиля мостового выпрямителя. Поэтому на схеме замещения по надежности все элементы будут соединены последовательно (основное соединение элементов). Схема замещения приведена на рис. 1

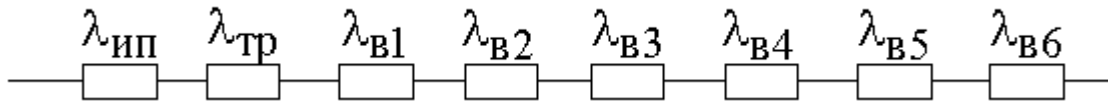


Рис.1.Схема замещения по надежности заданной системы

Результирующая интенсивность отказа системы с основным соединением элементов, работающих по экспоненциальному распределению отказов, определяется как сумма интенсивностей отказов элементов, входящих в систему определяется по формуле [1,2,3,5]:

$$\lambda_0 = \lambda_{рез} = \sum_{i=1}^N \lambda_i$$

где λ_i – интенсивность отказа i -го элемента системы; N – число элементов входящих в систему.

В соответствии с (2.1) получим:

$$\lambda_{рез} = \lambda_{ип} + \lambda_{тр} + \lambda_{в1} + \lambda_{в2} + \lambda_{в3} + \lambda_{в4} + \lambda_{в5} + \lambda_{в6}, \text{ 1/час;}$$

$$\lambda_{рез} = 0,005 \cdot 10^{-4} + 0,09 \cdot 10^{-5} + 6 \cdot 0,6 \cdot 10^{-5} = 3,74 \cdot 10^{-5} \text{ 1/час.}$$

Вероятность безотказной работы системы, работающей по экспоненциальному закону распределения отказов, определяется по формуле :

$$P(t) = e^{-\lambda_0 \cdot t}$$

где λ_0 – результирующее значение интенсивности отказов рассматриваемой системы, t – рассматриваемый момент времени.

Тогда в соответствии с (2.1) получим:

$$P(1,7) = e^{-3,74 \cdot 10^{-5} \cdot 1,7 \cdot 8760} = 0,5729$$

Форма отчетности: Результат решения в тетради по практическим занятиям.

Задания для самостоятельной работы:

1.Задача .Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{ср} = 0,33 \cdot 10^{-5}$ 1/час.

Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течении $t = 200$ час и среднее время безотказной работы аппаратуры.

2.Задача .Невосстанавливаемая в процессе работы электронная машина состоит из 200000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-6}$ 1/час . Требуется определить вероятность безотказной работы электронной машины в течении $t = 24$ часа и среднее время безотказной работы электронной машины.

3.Задача .Система управления состоит из 6000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{ср} = 0,16 \cdot 10^{-6}$ 1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течении $t = 50$ час и среднее время безотказной работы.

4.Задача. Прибор состоит из $n = 5$ узлов. Надежность узлов характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени t , которая равна: $P_1(t)=0,98$; $P_2(t)=0,99$; $P_3(t)=0,998$; $P_4(t)=0,975$; $P_5(t)=0,985$. Необходимо определить вероятность безотказной работы прибора.

5.Задача. Система состоит из пяти приборов, среднее время безотказной работы которых равно: $mt_1=83$ час; $mt_2=220$ час; $mt_3=280$ час; $mt_4=400$ час; $mt_5=700$ час . Для

приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы системы.

6. Задача. Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени $t = 50$ час равна: $P_1(50)=0,98$; $P_2(50)=0,99$; $P_3(50)=0,998$; $P_4(50)=0,975$; $P_5(50)=0,985$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию
Изучение лекционного материала, списка рекомендованной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ Об электроэнергетике (с изменениями от 22 августа, 30 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 11 ноября 2007 г., 14 июля, 25 декабря 2008 г., 23 ноября 2009 г., 9 марта, 26, 27 июля, 28 декабря 2010 г., 7 февраля 2011 г.)
2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

Основная литература

1. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие / В.А. Анищенко. - Мн.: БНТУ, 2007. - 151 с.

Дополнительная литература

1. Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т. Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник / Под ред. Ю.Н. Руденко. - Москва: Энергоатомиздат, 2000.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие схемы электроснабжения вы знаете? Где надежность выше?
2. Как оценить надежность схем промышленного предприятия, города, села?

Практическое занятие №4

Расчет надежности системы с постоянным резервированием

Цель работы: научиться оценивать надежность систем с постоянным резервированием.

Задание:

Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента $m_i = 1000$ час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы m_c , а также частоту отказов $f_c(t)$ и интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ в момент времени $t = 50$ час в следующих случаях:

- а) нерезервированной системы, б) дублированной системы при постоянно включенном резерве.

Порядок выполнения:

а)

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^n \lambda_i,$$

где λ_c – интенсивность отказов системы; λ_i – интенсивность отказов i -го элемента; $n = 10$.

$$\begin{aligned} \lambda_i &= 1/m_{ti} = 1/1000 = 0,001; i = 1, 2, \dots, n; \lambda = \lambda_i; \\ \lambda_c &= \lambda n = 0,001 * 10 = 0,01 \text{ 1/час}; \\ m_{tc} &= 1/\lambda_c = 100 \text{ час}; \\ f_c(t) &= \lambda_c(t) P_c(t); \\ \lambda_c(50) &= \lambda_c; P_c(t) = e^{-\lambda_c t}; f_c(50) = \lambda_c e^{-\lambda_c t} = 0,01 * e^{-} \end{aligned}$$

$$0,01^{*50} \approx 6 * 10^{-3} \text{ 1/час}; \lambda_c(50) = 0,01 \text{ 1/час.}$$

$$b) \quad m_{tc} = \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{\lambda_j} \frac{1}{1+j}; \quad m=1; \quad m_{tc} = \frac{1}{0,01} + \frac{1}{2} = 150 \text{ час};$$

$$p_c(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^{m+1}; \quad \lambda_0 = \lambda_c = 0,01 \text{ 1/час};$$

$$p_c = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^2 = 2e^{-\lambda_0 t} - e^{-2\lambda_0 t};$$

$$f_c(t) = -\frac{dp_c(t)}{dt} = 2\lambda_0 e^{-\lambda_0 t} \cdot (1 - e^{-\lambda_0 t});$$

$$\lambda(t) = \frac{c}{p_c(t)} = \frac{0}{2 - e^{-\lambda_0 t}};$$

$$f_c(50) \approx 4,8 * 10^{-3} \text{ 1/час}; \quad \lambda_c(50) \approx 5,7 * 10^{-3} \text{ 1/час.}$$

Форма отчетности

Результат решения в тетради по практическим занятиям.

Задания для самостоятельной работы:

1. Машина состоит из 1024 стандартных ячеек и множества других элементов. В ЗИПе имеется еще две однотипные ячейки, которые могут заменить любую из отказавших. Все элементы, кроме указанных ячеек, идеальные в смысле надежности. Известно, что интенсивность отказов ячеек есть величина постоянная, а среднее время безотказной работы машины с учетом двух запасных ячеек $m_{tc} = 60 \text{ час}$. Предполагается, что машина допускает короткий перерыв в работе на время отказавших ячеек. Требуется определить среднее время безотказной работы одной ячейки $mt = mti, i = 1, 0, 2, 4$. Определить вероятность безотказной работы резервированной системы $P_c(t)$, частоту отказов $f_c(t)$, интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ резервированной системы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Изучение лекционного материала, списка рекомендованной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ Об электроэнергетике (с изменениями от 22 августа, 30 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 11 ноября 2007 г., 14 июля, 25 декабря 2008 г., 23 ноября 2009 г., 9 марта, 26, 27 июля, 28 декабря 2010 г., 7 февраля 2011 г.)
2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

Основная литература

1. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие / В.А. Анищенко. - Мн.: БНТУ, 2007. - 151с.

Дополнительная литература

1. Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т. Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник / Под ред. Ю.Н. Руденко. - Москва:

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие резервы мощности можно рассчитывать с помощью метода статистических испытаний?
2. Что такое ущерб?

Практическое занятие №5.

Определение показателей надёжности восстанавливаемых элементов.

Цель работы: Определить показатели надёжности восстанавливаемых элементов.

Задание:

1. Определить оптимальную величину аварийного резерва мощности в энергосистеме.

Исходные данные

1. Единичная мощность агрегата в ЭЭС $N_{\text{агр}}$ равна 100 МВт.
2. Количество агрегатов в системе n , тип суточного графика нагрузки и коэффициент вынужденного простоя агрегата $K_{\text{в}}$.
3. Суточные графики нагрузки
4. Величина удельного ущерба от недоотпуска электрической энергии в целом по системе составляет 6 руб / кВт·ч.
5. Стоимость одного резервного агрегата в ЭЭС равна 150 млн руб.
6. Заданный срок окупаемости – 8 лет.

Порядок выполнения:

1. Определим вероятность простоя m агрегатов из n по формуле, где a – математическое ожидание числа агрегатов, находящихся в аварийном простое.
2. Составим ряд вероятностей вида p_0, p_1, \dots . Если резерв в ЭЭС отсутствует, то можем рассчитать дефицит мощности как $D_0 = a N_{\text{агр}} = n K_{\text{в}} N_{\text{агр}}$. При наличии в ЭЭС одного резервного агрегата средняя величина дефицита мощности будет составлять $D_1 = N_{\text{агр}}$, а при r резервных агрегатах $D_r = N_{\text{агр}}$.
3. Для расчета величины недоотпуска электроэнергии за год необходимо перестроить суточные графики нагрузки в график нагрузки по продолжительности и по нему определить изменение величины недоотпуска энергии при переходе от варианта с r резервными агрегатами к варианту с $(r + 1)$ резервными агрегатами.
4. Далее рассчитывается изменение ущербов при переходе в общем случае от варианта с r резервными агрегатами к варианту с $(r + 1)$ резервными агрегатами.
5. Рассчитав ряд сроков окупаемости и сравнив его с нормативным, можно выбрать вариант с оптимальным количеством резервных агрегатов в ЭЭС $T_{r, r+1} = (K_{\text{уд}} N_{\text{агр}}) / M(Y_{r, r+1})$, где $K_{\text{уд}}$ – удельные капиталовложения в 1 МВт резервной мощности; $N_{\text{агр}}$ – мощность резервного агрегата; $M(Y_{r, r+1})$ – изменение математического ожидания ущерба от недоотпуска энергии, определяемого, как это показано на рисунке. Оптимальным следует считать тот вариант установки резервных агрегатов, который удовлетворяет следующему условию. Если $T_{r, r+1} < T_{\text{н}}$, а $T_{r+1, r+2} > T_{\text{н}}$, то оптимальным надо признать вариант с установкой числа резервных агрегатов, равных $(r + 1)$.

Форма отчетности:

Результат решения в тетради по практическим занятиям.

Задания для самостоятельной работы:

1. Определить оптимальную величину аварийного резерва мощности в энергосистеме по предлагаемым вариантам.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Изучение лекционного материала, списка рекомендованной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ Об электроэнергетике (с изменениями от 22 августа, 30 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 11 ноября 2007 г., 14 июля, 25 декабря 2008 г., 23 ноября 2009 г., 9 марта, 26, 27 июля, 28 декабря 2010 г., 7 февраля 2011 г.)

2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

Основная литература

1. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие/ В.А. Анищенко.-Мн.:БНТУ, 2007.-151с.

Дополнительная литература

1 Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т.Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник /Под ред. Ю.Н.Руденко. - Москва: Энергоатомиздат,2000.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Что такое аварийный резерв мощности ЭЭС?
- 2.Как рассчитать аварийный резерв?

Практическое занятие №6

Расчёт надёжности систем электроснабжения.

Цель работы: научиться оценивать надежность систем электроснабжения

Задание:

1. Рассчитать надежность схемы распределительного устройства типовой подстанции 110/10 кВ два блока с отделителями и неавтоматической перемычкой со стороны линии.

Порядок выполнения:

- 1.Составим матрицу расчетных связей событий, аварий и режимов.
- 2.Неавтоматическую перемычку при этом не учитываем, так как она резервирует ЛЭП.
- 3.Пронумеруем элементы РУ.
4. Выберем расчетные аварии, приводящие к нарушению электроснабжения потребителей. Ими могут быть: А₁ – полное отключение потребителей в случае, если любой из элементов одного из блоков в плановом режиме, а на другом блоке любой элемент в аварийном состоянии; А₂ – отключение половины потребителей, если элемент 9 в ремонте и отказывает любой элемент схемы. Случай, когда нет элементов РУ в ремонте, не рассматривается, так как при 100 % резервирования выход из строя одного из элементов не приводит к ограничению потребителей.

Форма отчетности:

Результат решения в тетради по практическим занятиям.

Задания для самостоятельной работы:

1. Составить таблицу расчетных связей событий, режимов и аварий для заданной схемы РУ без учета отказов устройств РЗА.
- 2.Рассчитать показатели надежности схемы РУ для наиболее тяжелых видов аварий.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Изучение лекционного материала, списка рекомендованной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ Об электроэнергетике (с изменениями от 22 августа, 30 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 11 ноября 2007 г., 14 июля, 25 декабря 2008 г., 23 ноября 2009 г., 9 марта, 26, 27 июля, 28 декабря 2010 г., 7 февраля 2011 г.)
2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

Основная литература

1. Анищенко В.А. Основы надежности систем электроснабжения: учебное пособие/ В.А. Анищенко.-Мн.:БНТУ, 2007.-151с.

Дополнительная литература

1 Надёжность систем энергетики и их оборудования. В 4 т.Т2. Надёжность электроэнергетических систем: справочник /Под ред. Ю.Н.Руденко. - Москва: Энергоатомиздат,2000.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Приведите электрические схемы распределительных устройств подстанций.
- 2.Назовите имеющиеся методы расчета.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям,
 - создания презентационного сопровождения лекций;
 - создания тематических веб-сайтов;
 - интерактивного общения.
-
- ОС Windows 7 Professional
 - Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
 - Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
 - OpenOffice
 - LibreOffice
 - Adobe Reader
 - doPDF
 - 7-Zip
 - Ай-Логос Система дистанционного обучения
 - Программное обеспечение "Визуальная студия тестирования"

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия (Лк, ПЗ, СР)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк или ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Аудиторный фонд	-	№1-9
ПЗ	Лаборатория электроснабжения	Учебные стенды	№1-7
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении экспериментальных задач	1. Задачи и исходные положения надёжности.	Вопросы к зачету 1-42
		2. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.	
		3. Математические модели. Количественные описания математических моделей.	
		4. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.	
		5. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.	
ПК-4	способность проводить обоснование проектных решений	1. Задачи и исходные положения надёжности.	
		2. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.	
		3. Математические модели. Количественные описания математических моделей.	
		4. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.	
		5. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.	

2. Вопросы к зачету

	Компетенции		Вопросы к зачету	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении	1. Понятие о системе электроснабжения промышленных предприятий.	1. Задачи и исходные положения надёжности.
			2. Особенности исследуемых в надёжности систем электроснабжения города и села.	2. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.
			3. Понятие о конструктивном выполнении сетей промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.	3. Математические
		при решении	4. Классификация приемников	

		<p>экспериментальных задач.</p>	<p>электроэнергии по надежности (согласно ПУЭ).</p> <p>5. Основные определения надежности электроснабжения.</p> <p>6. Причины и характер повреждений воздушных ЛЭП.</p> <p>7. Причины и характер повреждений кабельных ЛЭП.</p> <p>8. Причины и характер повреждений силовых трансформаторов.</p> <p>9. Причины и характер повреждений электродвигателей и коммутационных аппаратов.</p> <p>10. Виды отказов.</p> <p>11. Классификация отказов.</p> <p>12. Авария.</p> <p>13. Отказы в работе I и II степени.</p> <p>14. Типы отказов.</p> <p>15. Вероятность безотказной работы, вероятность появления отказов.</p> <p>16. Частота и интенсивность отказов.</p> <p>17. Изменения интенсивности отказов во времени. Средняя наработка на отказ.</p> <p>18. Экспоненциальный закон надежности.</p> <p>19. Вероятность невосстановления, вероятность восстановления.</p> <p>20. Частота и интенсивность восстановления.</p> <p>21. Среднее время восстановления.</p> <p>22. Коэффициенты готовности, простоя, технического использования, оперативной готовности.</p> <p>23. Теорема сложения вероятностей.</p> <p>24. Надежность систем с последовательным</p> <p>25. Надежность систем с параллельным соединением элементов.</p> <p>26. Структурное, информационное, временное резервирование.</p> <p>27. Резервирование постоянное, замещением, скользящее.</p> <p>28. Нагруженный и ненагруженный резервируемый элемент.</p> <p>29. Надежность элементов при постоянном общем резервировании.</p> <p>30. Надежность элементов при постоянном отдельном резервировании.</p> <p>31. Надежность систем при смешанном соединении элементов.</p> <p>32. Приближенный метод преобразования треугольника в звезду.</p> <p>33. Приближенный метод исключения элементов.</p>	<p>модели.</p> <p>Количественные описания математических моделей</p> <hr/> <p>4 Математические модели и количественные расчёты надёжности систем.</p> <hr/> <p>5. Техно-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии..</p>
--	--	---------------------------------	---	---

			<p>34. Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов.</p> <p>35. Преднамеренные отключения при параллельном соединении элементов.</p> <p>36. Влияние организации обслуживания на надежность схем.</p> <p>37. Влияние надежности коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты и автоматики на надежность схем</p> <p>38. Определение выходного эффекта системы.</p> <p>39. Определение ущерба от перерыва электроснабжения.</p> <p>40. Надежность нерезервируемых сетей систем электроснабжения (линии без коммутационных аппаратов).</p> <p>41. Надежность нерезервируемых сетей систем электроснабжения (линии с коммутационными аппаратами).</p> <p>42. Надежность электроснабжения городов.</p>	
2.	ПК-4	способность проводить обоснование проектных решений		

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> -методику расчета надежности схем распределительных устройств; -основные принципы выбора оптимальной величины 	зачтено	<p>Знать методику расчета надежности схем :уметь анализировать принятые инженерные решения по обеспечению надежности на основе технико-экономических расчетов; владеть навыками разработки алгоритмов и программ расчета надежностных показателей систем электроснабжения;</p>

<p>резервов мощности в энерго</p> <p>Уметь (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать принятые инженерные решения по обеспечению надежности на основе технико-экономических расчетов <p>Владеть (ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>(ПК-4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками принятия обоснованного инженерного решения при выборе оптимального уровня надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетического объекта 	<p>незачтено</p>	<p>Не знать основные количественные показатели надежности элементов и объектов.</p>
--	-------------------------	---

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

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

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- зачет.

В ходе освоения раздела 1 студенты должны уяснить основные понятия и характеристики надежности элементов и систем.

В ходе освоения раздела 2 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 и раздела 5 студенты должны научиться оценивать недоотпуска электроэнергии 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.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Надежность систем энергетики. Терминология. Основы.

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: формирование у студентов понятия надежности как комплекса свойств электротехнических объектов и систем в целом.

Задачей изучения дисциплины является: освоение студентами методов расчета надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов, групп элементов, соединенных различным способом. Усвоение основных методик расчета схем электроснабжения, распределительных устройств, оптимального назначения резервов мощности в энергосистеме на основе технико-экономических расчетов

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк - 17 ч; ПЗ - 34 ч; СР - 57 ч.

2.2

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы

2.2. Основные разделы дисциплины:

- 1.- Задачи и исходные положения надёжности
2. - Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания.
- 3.- Математические модели. Количественные описания математических моделей
4. - Математические модели и количественные расчёты надёжности систем
5. - Техничко-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении экспериментальных задач.

ПК-4 - способность проводить обоснование проектных решений

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20___-20___ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20 ___ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) от «3» сентября 2015 г. №955

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» ноября 2015г. №701, заочной формы обучения от «12» ноября 2015г. №701

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» июня 2016г. №429, заочной формы обучения от «6» июня 2016г. №429 для очно-заочной формы обучения от «6» июня 2016г. №429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «6» марта 2017г. №125 , заочной формы обучения от «6» марта 2017г. №125 для очно-заочной формы обучения от «4» апреля 2017г. №203

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. №130, заочной формы обучения от «12» марта 2018г. №130

Программу составил:

Карпова Надежда Алексеевна _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Э и Э
от «__» __декабря__ 2018 г., протокол №_____

Заведующий кафедрой ЭиЭ _____ Ю.Н.Булатов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭиЭ _____ Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЭиА факультета

от «__» _____ 20__ г., протокол №_____

Председатель методической комиссии факультета _____ А.Д. Ульянов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный №_____