

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор КГУ
_____ / Дубив Н.В. /
« ____ » _____ 2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
Надёжность в энергетике
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность:
Энергообеспечение предприятий
13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Направленность:
Электроснабжение

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2025

Рабочая программа дисциплины «Надёжность в энергетике» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника (Энергообеспечение предприятий) и в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение) утвержденными:

- для очной формы обучения « 27 » июня 2025 года;
- для заочной формы обучения « 27 » июня 2025 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «01» июля 2025 года, протокол № 18.

Рабочую программу составил
ст. преподаватель

А.П. Панфилова

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»

Ж.В. Нечеухина

Специалист по учебно-методической
работе Учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетные единицы трудоемкости (108 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		6
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	76	76
Подготовка к зачёту	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	58	58
Вид промежуточной аттестации	Зачёт	Зачёт
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	6	6
Лекции	4	4
Практические занятия	2	2
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	102	102
Подготовка контрольной работы	18	18
Подготовка к зачёту	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	66	66
Вид промежуточной аттестации	Зачёт	Зачёт
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Надёжность в энергетике» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Электротехника и электроника», «Математические методы в теплоэнергетике», «Нагнетатели и тепловые двигатели», «Источники производства теплоты», «Потребители теплоты», «Системы газоснабжения предприятий», «Технологические энергоносители предприятий».

Результаты обучения по дисциплине «Надёжность в энергетике» необходимы для выполнения разделов выпускной квалификационной работы и дальнейшей производственной деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины является изучение методов оценки надёжности теплоэнергетического и электротехнического оборудования на стадии проектирования, изучение методов оценки надёжности систем теплоэнергоснабжения и электроснабжения, находящихся в эксплуатации, применение теории вероятности для прогнозирования и предупреждения отказов оборудования, изучение методов диагностики действующего оборудования.

Задачами дисциплины являются приобретение навыков оценки надёжности теплоэнергетического и электротехнического оборудования, определение путей снижения количества отказов на стадиях проектирования, монтажа и эксплуатации.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способность рассчитывать уровень и показатели надёжности объектов профессиональной деятельности (ПК-4).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Надёжность в энергетике», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Надёжность в энергетике», индикаторы достижения компетенции ПК-4, перечень оценочных средств:

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 _{ПК-4}	Знать: факторы, определяющие надёжность энергетических систем	З (ИД-1 _{ПК-4})	Знает: показатели надёжности энергетических систем	Задания рубежного контроля 1
2.	ИД-2 _{ПК-4}	Знать: законы распределения показателей надёжности в энергетических системах	З (ИД-2 _{ПК-4})	Знает: методы расчётов надёжности энергетических систем	Задания рубежного контроля 2
3.	ИД-3 _{ПК-4}	Уметь: вычислять показатели надёжности энергетического оборудования	У (ИД-3 _{ПК-4})	Умеет: составлять структурную схему надёжности энергетического оборудования	Задания рубежного контроля 3
4.	ИД-4 _{ПК-4}	Владеть: методами расчёта надёжности энергетических систем	В (ИД-4 _{ПК-4})	Владеет: навыками проектирования энергетических систем с учётом надёжности оборудования	Билеты для сдачи зачета

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения 6 семестр

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практич. занятия
1	Общие сведения о теории надёжности в энергетике. Основные понятия и характеристики надёжности.	2	-
2	Показатели надёжности в энергетике.	6	4
3	Модели отказов элементов энергетических систем.	4	6
4	Расчёты надёжности.	4	6
Всего:		16	16

Заочная форма обучения 7 семестр

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практич. занятия
1	Общие сведения о теории надёжности в энергетике. Основные понятия и характеристики надёжности.	1	-
2	Показатели надёжности в энергетике.	1	0,5
3	Модели отказов элементов энергетических систем.	1	0,5
4	Расчёты надёжности.	1	1
Всего:		4	2

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Общие сведения о теории надёжности в энергетике. Основные понятия и характеристики надёжности.

Понятие качества энергетических устройств. Надёжность. Безотказность. Долговечность. Ремонтпригодность. Сохраняемость. Виды отказов. Резервирование.

Тема 2. Показатели надёжности в энергетике.

Единичные показатели надёжности. Показатели безотказности ремонтируемых объектов. Комплексные показатели надёжности. Показатели надёжности группы восстанавливаемых элементов.

Тема 3. Модели отказов элементов энергетических систем.

Виды моделей отказов. Модели внезапных отказов. Модели постепенных отказов. Модель отказов изоляции электротехнических изделий. Показатели надёжности для различных моделей отказов. Распределение Вейбулла-Гнеденко. Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение. Распределение Пуассона.

Тема 4. Расчёты надёжности.

Расчёт надёжности неремонтируемых систем при проектировании. Расчёт надёжности при последовательном соединении элементов. Расчёт надёжности при параллельном соединении элементов.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, а, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.	
			Очная	Заочная
2	Показатели надёжности в энергетике	Расчёты показателей надёжности	3,5	0,5
Рубежный контроль №1			0,5	-
3	Модели отказов элементов энергетических систем	Расчёт показателей надёжности различных моделей отказов	5,5	0,5
Рубежный контроль №2			0,5	-
4	Расчёты надёжности	Расчёт надёжности неремонтируемых систем при проектировании.	2	-
		Расчёт надёжности при последовательном соединении элементов	2	0,5
		Расчёт надёжности при параллельном соединении элементов.	1,5	0,5
Рубежный контроль №3			0,5	-
Всего:			16	2

4.4. Контрольная работа (для заочной формы обучения)

Задание. Определить среднюю продолжительность отключений за год n (см. таблицу 1) трансформаторной подстанции x/y кВ, подключенной к воздушной линии x кВ длиной l км по упрощенной схеме присоединения

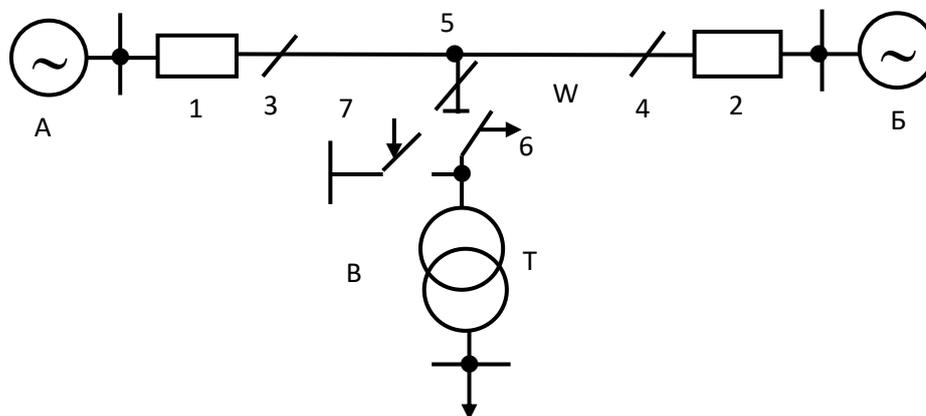


Рисунок 1- Электрическая схема

Таблица 1 – Исходные данные

№	n	ℓ	x	y	№	n	ℓ	x	y
1	1	100	500	10	13	1	100	110	10
2	1	50	220	10	14	1	50	220	10
3	1	200	110	10	15	1	200	330	10
4	1	150	750	20	16	1	150	500	10
5	1	300	330	10	17	1	300	750	20
6	1	75	220	10	18	1	75	750	20
7	1	250	110	10	19	1	250	500	10
8	1	400	500	10	20	1	400	330	10
9	1	500	750	20	21	1	500	220	10
10	1	50	110	10	22	1	50	110	10
11	1	80	220	10	23	1	80	330	10
12	1	350	330	10	24	1	350	220	10

Задание выбирается согласно списочного номера (1 и 6 колонки). Интенсивности отказов элементов берутся из таблицы «Показатели безотказности и восстанавливаемости элементов систем электроснабжения» в зависимости от подключенной воздушной линии (параметр x), количества трансформаторов подстанции В (параметр n). Если в таблице отсутствуют данные для вашего уровня напряжения, то брать значения по максимально известному напряжению.

Надежность подстанции A относительно точки присоединения к линии характеризуется параметром потока аварийных отключений $\omega_{ав-А} = 1,5$ (1/год) со средней продолжительностью $\tau_{ав-А} = 0,5$ (ч) и параметром потока плановых отключений $\omega_{пл-А} = 0,5$ (1/год) со средней продолжительностью $\tau_{пл-А} = 8,0$ (ч).

У подстанции B показатели надежности соответственно: $\omega_{ав-Б} = 2,0$ (1/год); $\tau_{ав-Б} = 0,75$ (ч); $\omega_{пл-Б} = 0,6$ (1/год); $\tau_{пл-Б} = 5,0$ (ч).

**ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОТКАЗНОСТИ И ВОССТАНАВЛИВАЕМОСТИ
ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Элементы системы на напряжение, кВ	Аварийные отключения		Преднамеренные отключения	
	Параметр потока от- казов $\omega_{ав}$, 1/год	Среднее время вос- становле- ния $\tau_{ав}$, ч	Параметр по- тока отклю- чений $\omega_{пл}$, 1/год	Средняя про- должитель- ность отклю- чений $\tau_{пл}$, ч
Линии электропередачи (на 100 км): 1150	0,4	14,0	—	—
750	0,45	9,5	1,5	12,0
500	1,1	10,2	2,0	11,0
330	0,4	0,5	0,2	12,0
220	1,25	8,1	4,2	7,6
110	0,8	0,5	0,4	7,2
35	1,4	6,5	3,4	6,0
	0,8	0,4	0,3	6,0
	5,1	4,2	3,5	5,6
	0,6	0,5	0,4	5,0
	2,2	5,6	4,0	5,2
	0,9	0,6	0,5	6,0
одноцепные	20 } 10 } 0,4 }	1,3 4,0 0,4	4,5 4,2 9,5	3,0 6,5 6,0
Кабельные линии до 10	2,5	12,0	0,5	8,0
1	5,0	12,0	0,5	6,0
Трансформаторы (на 100 шт.):				
500	5,0	300	1,0	80
330	3,0	200	1,0	60
220	2,0	150	1,0	50
110	2,0	100	1,0	40
35	1,8	90	1,0	30
20	1,4	8,0	0,5	8,0
6–10	2,3	16	1,0	8,0

**ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОТКАЗНОСТИ И ВОССТАНАВЛИВАЕМОСТИ
ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Элементы системы на напряжение, кВ	Аварийные отключения		Преднамеренные отключения	
	Параметр потока отказов $\omega_{ав}$, 1/год	Среднее время восстановления $\tau_{ав}$, ч	Параметр потока отключений $\omega_{пл}$, 1/год	Средняя продолжительность отключений $\tau_{пл}$, ч
Воздушные выключатели (на 100 шт.):	8,0	60	0,5	400
500	5,0	60	0,5	300
330	6,0	40	0,5	150
220	4,0	30	0,5	100
110	2,0	24	0,1	24
35	2,0	20	0,5	24
6 – 20				
Масляные выключатели (на 100 шт.)	2,0	24	0,5	60
220	0,5	20	0,5	60
110	0,5	10	1,0	12
35	0,5	10	0,5	8,0
6 – 20				
Отделители и короткозамыкатели (на 100 шт.)	3,0	15	0,5	8,0
220	2,0	15	0,5	8,0
110	1,0	10	0,5	4,0
35				
Разъединители (на 100 шт.)	3,0	15	0,5	8,0
110	2,0	10	0,5	4,0
35	1,7	8,0	0,5	4,0
20	1,2	8,0	0,5	4,0
6 – 10				
Сборные шины (на 100 шт.)	1,0	6,0	0,5	12
500	3,0	5,0	0,5	10
330	4,0	3,5	0,5	10
220	5,0	3,0	0,5	8,0
110	0,2	4,0	0,5	8,0
35	0,2	2,5	0,5	4,0
20	1,0	4,0	0,5	4,0
6 – 10				

Примечание. В числителе указаны данные для одноцепных линий, в знаменателе – для двухцепных при отключении обеих линий.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку контрольной работы (для заочной формы обучения), подготовку к практическим занятиям, подготовку к рубежным контролям (для очной формы обучения) и подготовку к зачёту.

Для текущего контроля успеваемости для очной формы обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблицах:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Очная форма обучения

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	6 семестр
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	36
Общие сведения о теории надёжности в энергетике. Основные понятия и характеристики надёжности.	8
Показатели надёжности в энергетике.	8
Модели отказов элементов энергетических систем.	10
Расчёты надёжности.	10
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	16
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый контроль)	6
Подготовка к зачёту	18
Всего:	76

Заочная форма обучения

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	8 семестр
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	64
Общие сведения о теории надёжности в энергетике. Основные понятия и характеристики надёжности.	16
Показатели надёжности в энергетике.	16
Модели отказов элементов энергетических систем.	16
Расчёты надёжности.	16
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	2
Выполнение контрольной работы	18
Подготовка к зачёту	18
Всего:	102

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения).
2. Банк задач для практических занятий.
3. Банк заданий к рубежным контролям №1, 2, 3 (для очной формы обучения).
4. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
5. Перечень вопросов к зачёту.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине,

Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Контроль посещаемости и активная работа на практических занятиях	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Рубежный контроль №3	Зачёт
		Балльная оценка:	До 16	До 24	До 12	До 10	До 8	До 30
	Примечания:	По 2 балла за лекцию	По 2 балла за посещение занятия и по 1 баллу за активное участие в решении задач	На 2-м практическом занятии	На 5-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачёта	60 и менее баллов – не зачтено 61 балл и более – зачтено.						

3	<p>Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов</p>	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счёт получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить её путём сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине (дополнительные баллы начисляются преподавателем); - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счёт выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачётной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путём выполнения дополнительных заданий, форма и объём которых определяется преподавателем.</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли №1, №2 и №3 (для очной формы обучения) на практических занятиях проводится в форме решения задач.

Перед проведением рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

На решение задач каждого рубежного контроля обучающемуся отводится время не менее 30 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты каждого обучающегося по правильности решения задач и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Первый рубеж состоит из 4-х задач, каждая задача оценивается от 0 до 3-х баллов (максимум 12 баллов за рубеж). Второй рубеж состоит из 2-х задач, первая задача оценивается от 0 до 4-х баллов, остальные от 0 до 3-х баллов (максимум 10 баллов за рубеж). Третий рубеж состоит из 2-х задач, каждая задача оценивается от 0 до 4-х баллов (максимум 8 баллов за рубеж).

Для допуска к зачёту обучающийся заочной формы обучения должен сдать контрольную работу. Преподаватель проверяет и оценивает правильность выполнения контрольной работы.

Зачётный билет состоит из 1 теоретического вопроса и 2-х задач. Время, отводимое обучающемуся на зачётный билет, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос или задача оценивается в 10 баллов.

Результаты зачёта заносятся преподавателем в зачётную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачёта, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей на практических занятиях и зачёта

Варианты задач для рубежного контроля №1 (на практических занятиях для очной формы обучения)

Вариант 1.

Задача 1.

На испытаниях находилось 300 однотипных неремонтируемых объектов. Число отказов $n(t)$ фиксировалось каждые 10 часов работы. В таблице приведены данные об отказах.

Требуется определить:

1. Вероятность безотказной работы;
2. Интенсивность отказов;
3. Среднюю наработку на отказ.

Таблица 1 – данные об отказах

Δt_i , ч	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
$n(t)$	12	16	12	18	13

Задача 2.

Интенсивность отказов ремонтируемого электроприёмника подчиняется экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-2}$ 1/ч. Среднее время ремонта $T_B = 16,9$ ч. Определить коэффициент готовности.

Задача 3.

При испытании 5 однотипных электрических ламп зарегистрировано время наработки до отказа: $t_1 = 430$ суток, $t_2 = 250$ суток; $t_3 = 340$ суток, $t_4 = 510$ суток; $t_5 = 490$ суток. Определить среднее время безотказной работы и интенсивность отказов.

Задача 4.

Участок городской электрической сети к началу наблюдения проработал 110 часов. К концу наблюдений проработка составила 2000 часов. Всего зарегистрировано 3 отказа. Среднее время восстановления составило 1,3 часа. Определить наработку на отказ и коэффициент готовности.

Вариант 2.

Задача 1.

В процессе эксплуатации фиксировалась работа 8 комплектов высоковольтной аппаратуры. Установлено, что за период наблюдения первый комплект отказал 6 раз, второй – 2 раза, третий – 8 раз, четвёртый – 6 раз, пятый – 10 раз, шестой – 10 раз, седьмой – 4 раза, восьмой – 1 раз. Нарботка комплектов составила:

1 – 5810 часов; 2 – 7800 часов; 3 – 4300 часов; 4 – 4880 часов;
5 – 9380 часов; 6 – 9280 часов; 7 – 1860 часов; 8 – 3060 часов.
Определить среднюю наработку на отказ.

Задача 2.

При эксплуатации ЛЭП зарегистрировано 23 отказа. Из них изоляторов – 2, опор – 9, проводов – 10, предохранителей – 2. На ремонт затрачивалось: опор – 3 часа, изоляторов – 20 минут, предохранителей – 10 минут, проводов – 40 минут. Найти среднее время восстановления.

Задача 3.

Определить коэффициент готовности и коэффициент простоя для трансформатора, для которого интенсивность отказов $\lambda = 0,03$ в год, а время восстановления $T_{в} = 40$ часов.

Задача 4.

При эксплуатации электрических распределительных сетей района их суммарная наработка за год составила $T_{\Sigma} = 7700$ часов, суммарное время ремонта $T_{\Sigma p} = 480$ часов и суммарное время технического обслуживания $T_{\Sigma т.о.} = 580$ часов. Определить коэффициент технического использования.

Варианты задач для рубежного контроля №2
(на практических занятиях для очной формы обучения)

Вариант 1.

Задача 1.

Наработка до отказа щита управления электрооборудованием подчинена экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda(t) = 1,2 \cdot 10^{-5}$ в час. Определить количественные характеристики надёжности устройства: $P(t)$, $f(t)$ и T_1 в течение года.

Задача 2.

Средний выход осветительных приборов в ремонтной мастерской за время $T = 300$ часов составил 10 шт. Какова вероятность того, что за время 100 часов возникнет 2 отказа.

Задача 3.

Сравнить наработку до отказа 2-х неремонтируемых объектов, имеющих вероятность безотказной работы, определяемую по формулам:

$$P_1(t) = e^{-0,00056t} \text{ и } P_2(t) = 0,2 \cdot e^{-0,00048t} + 4,6 \cdot e^{-0,00036t}.$$

Вариант 2.

Задача 1.

Предприятие по капитальному ремонту электрических машин гарантирует вероятность безотказной работы электродвигателей после ремонта 0,81 в течение наработки 9200 часов. Определить интенсивность отказов и среднюю наработку до отказа асинхронного электродвигателя после ремонта на участке длительной эксплуатации.

Задача 2.

В результате наблюдения за работой 1000 электродвигателей в течение 2000 часов было получено значение $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-3}$ в час. Закон распределения отказов – экспоненциальный, среднее время ремонта электродвигателя равно 11 часов. Определить вероятность безотказной работы, наработку до первого отказа, коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности.

Задача 3.

Наработка до отказа электроприёмника на этапе ускоренного износа подчинена нормальному закону с параметрами $m_t = 1000$ часов и $\sigma_t = 430$ часов. В течении какой наработки электроприёмник будет функционировать с вероятностью безотказной работы 0,7?

Варианты задач для рубежного контроля №3
(на практических занятиях для очной формы обучения)

Вариант 1.

Задача 1.

Автоматическая система управления котлом состоит из 5 однотипных элементов, имеющих $\lambda = 4 \cdot 10^{-6}$ в час. Применяется дублирование системы (нагруженный резерв). Найти характеристики надёжности и определить выигрыш в надёжности от дублирования, если система должна работать 3000 часов.

Задача 2.

Определить коэффициент готовности котельной, состоящей из двух водогрейных котлов, если котлы находятся в нагруженном резерве. Интенсивность отказов котла $\lambda = 7 \cdot 10^{-4}$ в час, интенсивность восстановления $\mu = 5 \cdot 10^{-3}$ в час. Котельная работоспособна, если работает хотя бы 1 котёл.

Вариант 2.

Задача 1.

Отопление предприятия осуществляется от котельной, которая состоит из 2-х котлов, работающих совместно. Питание осуществляется по одной питающей линии. Интенсивность отказов котлов $\lambda_1(t) = 9 \cdot 10^{-4}$ в час, трубопровода $\lambda_2(t) = 8 \cdot 10^{-5}$ в час. Определить вероятность безотказной работы системы отопления в течение $t = 4200$ часов.

Задача 2.

Система отопления частного дома состоит из котла и насоса. Интенсивность отказов $\lambda_k = \lambda_n = 5 \cdot 10^{-3}$ в час, интенсивности восстановления $\mu_k = \mu_n = 8 \cdot 10^{-1}$ в час. При неработоспособности одного из изделий система отопления отключается и во втором изделии не могут происходить отказы. Найти коэффициент готовности и коэффициент простоя системы отопления.

Варианты контрольных вопросов для защиты контрольной работы (для заочной формы обучения)

Знать основные показатели надёжности:

1. Вероятность безотказной работы.
2. Параметр потока отказов.
3. Нарботка на отказ.
4. Интенсивность отказов.
5. Время восстановления.
6. Коэффициент готовности.
7. Коэффициент технического использования (в чём главное преимущество по сравнению с коэффициентом готовности).

Примерный список вопросов для зачёта

1. Дайте определение надёжности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Дайте определение исправного и неисправного состояния, работоспособного и неработоспособного состояния. Назовите, какие виды отказов вы знаете.
2. Дайте определение восстанавливаемого и невосстанавливаемого объекта. Расскажите про средства обеспечения надёжности.
3. Что такое показатель надёжности. Назовите единичные показатели надёжности. Объясните, что значит вероятность безотказной работы, вероятность отказа.
4. Что такое показатель надёжности. Назовите единичные показатели надёжности. Объясните, что значит средняя наработка до отказа.
5. Что такое показатель надёжности. Назовите единичные показатели надёжности. Объясните, что значит интенсивность отказов.
6. Назовите показатели безотказности ремонтируемых объектов. Расскажите про вероятность безотказной работы.
7. Назовите показатели безотказности ремонтируемых объектов. Расскажите про параметр потока отказов.

8. Назовите показатели безотказности ремонтируемых объектов. Расскажите про наработку на отказ.

9. Расскажите про ремонтпригодность.

10. Расскажите про долговечность.

11. Расскажите про сохраняемость.

12. Дайте определение готовности и расскажите про основные показатели готовности: коэффициент готовности, коэффициент вынужденного простоя, коэффициент оперативной готовности и коэффициент технического использования.

13. Назовите виды моделей отказов. Модели внезапных отказов. Модели постепенных отказов. Модели отказов изоляции электротехнических изделий.

14. Что такое структурная схема надёжности. Что такое кратность резервирования. Расчёт надёжности при последовательном соединении элементов.

15. Какие виды резервирования вы знаете. Расскажите про системы с общим резервированием.

16. Какие виды резервирования вы знаете. Расскажите про системы с отдельным резервированием.

17. Определение показателей надёжности восстанавливаемых систем: построение графа состояний системы и составлений уравнений Колмогорова по графу.

18. Деление потребителей тепловой энергии по категориям надёжности.

Темы рефератов для неуспевающих

1. Надёжность современного производства электрической и тепловой энергии.

2. Место и роль ТЭЦ в обеспечении надёжного энергоснабжения потребителей.

3. Показатели надёжности работы теплоэнергетического оборудования.

4. Коэффициент готовности современной теплоэлектростанции.

5. Энергетическая безопасность страны.

6. Проектные технологии обеспечения надёжности энергоснабжения.
7. Технология обеспечения надёжности оборудования при эксплуатации.
8. Информационные технологии обеспечения надёжности работы электростанции.
9. Как расследуются аварии.
10. Виновники аварии. Расследование и наказание.
11. Роль резервирования в обеспечении надёжности.
12. Технология расчёта надёжности тепловой схемы ТЭС.
13. Недоотпуск энергии. Экономические последствия.
14. Понятие коэффициента готовности. Почему коэффициент готовности оценивают вероятностными мерами.
15. Ремонтная политика теплоэлектростанции.
16. Изменение надёжности при эксплуатации оборудования.
17. Нарботка и износ. Понятия и оценки.
18. Надёжность тепловых сетей.
19. Надёжность тепловых пунктов.
20. Способы и средства обеспечения надёжности современных систем теплоснабжения.

6.5. Фонд оценочных средств

Полные бланки заданий для текущего, рубежного и промежуточного контроля, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Беляев С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учебное пособие/С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 248 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=673008>.

2. Ноздренко Г.В. Надежность ТЭС: учеб. пособие/Г.В. Ноздренко, В.Г. Томилов, О.К. Григорьева. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 76 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=546736>.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Поливода Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности: учебник/Ф.А. Поливода. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 170 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=544102>.

2. Долгин В.П., Харченко А.О. Надежность технических систем: учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2015. – 167 с. + Доп. материалы - <http://znanium.com/bookread2.php?book=503591>.

3. Рыков В.В., Иткин В.Ю. Надёжность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 192 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=507273>.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Титов С.В., Панфилова А.П. Надёжность в энергетике и надёжность в электроснабжении. Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». - Курган, 2018. – 6 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	http://ru.wikipedia.org	Энциклопедия Википедия
2	https://www.elec.ru/library/direction/pue.html	ПУЭ

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znaniium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система
5. При чтении лекций используются слайдовые презентации.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн.

Объём дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствуют п. 4.1, распределение баллов соответствует п. 6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учётом мнения ведущего преподавателя и доводится до обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Надёжность в энергетике»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность:

Энергообеспечение предприятий

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность:

Электроснабжение

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 6 (очная форма), 7 (заочная форма)

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Содержание дисциплины

Общие сведения о теории надёжности в энергетике. Основные понятия и характеристики надёжности. Показатели надёжности в энергетике. Модели отказов элементов энергетических систем. Расчёты надёжности.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Надёжность в энергетике»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры « ___ » _____ 20___ г.,
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ « ___ » _____ 20___ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. _____ /

Изменения утверждены на заседании кафедры « ___ » _____ 20___ г.,
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ « ___ » _____ 20___ г.