

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 17.09.2024 11:49:20  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e566a307f01f5ka2172f735a12



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
*Абдразаков Ф.К.* / Абдразаков Ф.К./  
« 26 » августа 2019 г.

# ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	<b>«Надежность систем и технологического оборудования в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях»</b>
Направление подготовки	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>
Направленность (профиль)	<b>Энергообеспечение предприятий</b>
Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Кафедра-разработчик	<b>Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение</b>
Ведущий преподаватель	<b>Шаруев Н.К., доцент</b>

**Разработчик(и): должность, Доцент, Шаруев Н.К.**

*Шаруев Н.К.*  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Саратов 2019**

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	4
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	7
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы и формирования .....	11

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Надежность систем и технологического оборудования в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. № 143 формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (год)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-9	готовность участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования.	ПК-9.2 (ИД-2 ПК-9) Оценивает остаточных ресурс объектов профессиональной деятельности	5	лекции, практические занятия	ПО, УО
				лекции, практические занятия	ПО, УО
				лекции, практические занятия	ПО, УО

Компетенция ПК-9 – также формируется в ходе освоения дисциплин: Эксплуатация котельных установок, парогенераторов и энергетического оборудования; Ремонтная практика; Преддипломная практика; Подготовка и защита ВКР.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### Перечень оценочных материалов\*

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	собеседование	средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	вопросы по темам дисциплины: – перечень вопросов к семинару – перечень вопросов для устного опроса – задания для самостоятельной работы
2	практическая	средство, направленное на изучение хода	практические занятия

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
	работа	тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, практических занятиях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	
3	контрольная работа	средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу или нескольким разделам	комплект контрольных заданий по вариантам

### Программа оценивания контролируемой дисциплины Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Основные понятия и определения в теории надежности, техническое состояние энергетического оборудования. Оценка технического состояния энергооборудования. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, получаемые по статистическим данным. Составляющие надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Основной закон надежности. Полная и упрощенная форма. Расчет типовых задач	ПК-9	практические работы, самостоятельные работы.
2	Комплексные показатели надежности. Коэффициентный метод расчета показателей надежности. Применение теории вероятности для исследования надежности. Расчет структурной надежности. Оценки надежности. Силового оборудования и устройств защиты при параллельном и последовательном соединении элементов в структурной схеме. Использование основных законов распределения. Экспериментальный метод определения показателей надежности. Порядок применения экспериментального метода. Определение плана испытаний и объема выборки.	ПК-9	практические работы, самостоятельные работы.
3	Решение практических задач. Классификация методов расчета надежности. Экспериментальный метод расчета показателей надежности. Решение типовых примеров. Расчет надежности при последовательном и параллельном соединении элементов системы.	ПК-9	практические работы, самостоятельные работы

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	Влияние условий эксплуатации на надежность. Дестабилизирующие и компенсирующие факторы.		

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-9, 5 год	ПК-9.2 (ИД-2 ПК-9) Оценивает остаточных ресурс объектов профессиональной деятельности	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках.	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**3.1 Практическое занятие**

Практическое занятие считается выполненным верно, если:

- в процессе выполнения практического занятия обучающийся не допустил существенных неточностей в анализе исследуемого объекта, грамотно обосновал принятые решения, правильно применил теоретические положения при обосновании принятого решения.

Практическое занятие считается не выполненным, если:

- в процессе выполнения практического занятия обучающийся допустил существенные неточности в анализе, не смог грамотно обосновать принятые решения, не смог правильно применить теоретические положения при выполнении принятого решения.

Тематика практических занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины, рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

## Пример практического занятия:

### ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ОТКАЗОВ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ

**Цель работы.** Изучение основ теории и анализ методов оценки надежности на примере пожаробезопасности электротехнических систем контроля и управления в теплоэнергетике

**Содержание работы.** Изучение содержательной части и составления краткого конспекта (отчета).

#### Общая часть

В ГОСТ 12.1.004-91 условие пожаробезопасности электротехнического изделия оценивается в соответствии с выражением:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{п.р}} Q_{\text{п.з}} Q_{\text{н.з}} Q_{\text{в}} \leq 10^{-6}, \quad (1.1)$$

где  $Q_{\text{п.р}}$  - вероятность возникновения характерного пожароопасного режима в составной части изделия (возникновения короткого замыкания (КЗ), перегрузки, повышения переходного сопротивления и т.п.), 1/год;  $Q_{\text{п.з}}$  - вероятность того, что значение характерного электротехнического параметра (тока, переходного сопротивления и др.) лежит в диапазоне пожароопасных значений;  $Q_{\text{н.з}}$  - вероятность несрабатывания аппарата защиты (электрической, тепловой и т.п.);  $Q_{\text{в}}$  - вероятность достижения горючим материалом критической температуры или его воспламенения.

Полученные данные о фактических вероятностях возникновения пожаров сравнивают с нормативной величиной  $10^{-6}$  в год (в расчёте на одно изделие). Изделие считается пожаробезопасным, если фактическая или расчётная (для новых изделий) вероятность возникновения пожара не превышает нормативной.

Объективным показателем оценки пожарной опасности электрических изделий является вероятность возникновения пожара, учитывающая как возникшие пожары, так и количество изделий данного вида, находящихся в эксплуатации. Как было отмечено выше, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 эта вероятность для одного изделия не должна превышать  $10^{-6}$  пожаров в год. Фактическая вероятность возникновения пожаров от электротехнических изделий определяется по формуле

$$Q = \frac{n}{N}, \quad (1.2)$$

где  $n$  - количество пожаров в год от изделий определённого вида;  $N$  - количество изделий определённого вида, находящихся в эксплуатации.

#### Характеристики надёжности комплектующих элементов электротехнических изделий

Для того чтобы электротехнические изделия не представляли пожарной опасности, необходимо при разработке иметь информацию о пожарной опасности их составных частей.

При оценке пожарной опасности электротехнических изделий используются характеристики надёжности комплектующих элементов и данные об аварийных пожароопасных режимах. В табл. 1.4 приведены значения пожароопасных режимов для комплектующих элементов электротехнических изделий.

Аварийные пожароопасные режимы определяются при имитации неисправностей комплектующих элементов в функциональных узлах электрооборудования. Выявляются комплектующие, отказ которых приводит к воспламенению материалов, находящихся в непосредственной близости, либо самих комплектующих.

Таблица 1.4

Наименование пожароопасных показателей	Транзисторы в пластмассовых корпусах (без радиаторов) мощностью, Вт			Микросхемы в пластмассовых корпусах с числом выводов	Резисторы мощностью, Вт	
	до 0,3	от 0,3 до 1,5	свыше 1,5	до 16	1	
Мощность, Вт	4	7	10	12	8	16
Ток, А	0,8	2,8	4	4	-	

Вероятность воспламенения электротехнического изделия определяется следующим выражением:

$$Q_{в.э} = [1 - (1 - Q_3)(1 - Q_M)] Q_{н.з} , \quad (1.3)$$

где  $Q_3$  - вероятность возникновения пожара, определяемая комплектующими элементами электротехнического изделия;  $Q_M$  - вероятность возникновения источника зажигания, обусловленная конструктивными особенностями и технологией изготовления электротехнического изделия;  $Q_{н.з}$  - вероятность несрабатывания аппарата защиты электротехнического изделия.

Величина  $Q_3$  определяется по формуле

$$Q_3 = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_{i \text{ к.э}}^*] \approx \sum_{i=1}^n P_{i \text{ к.э}}^* , \quad (1.4)$$

где  $P_{i \text{ к.э}}^*$  - вероятность воспламенения электротехнического изделия от пожароопасного комплектующего элемента  $i$ -го типа;  $n$  - число типов элементов. Тогда вероятность воспламенения электротехнического изделия от транзисторов можно обозначить как  $P_{1 \text{ к.э}}^*$ , от диодов - как  $P_{2 \text{ к.э}}^*$ , от конденсаторов - как  $P_{3 \text{ к.э}}^*$ , от трансформаторов - как  $P_{4 \text{ к.э}}^*$  и т. д.

Величина  $P_{i \text{ к.э}}^*$  определяется выражением:

$$P_{i \text{ к.э}}^* = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_j) \approx \sum_{j=1}^m P_j , \quad (1.5)$$

где  $P_j$  - вероятность возникновения источника зажигания пожароопасного элемента  $i$ -го типа;  $m$  - число пожароопасных элементов определённого вида в электротехническом изделии (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Группа комплектующих элементов	Распределение вероятностей отказов комплектующих элементов по видам							
	Параметрические	Обрыв	Короткое замыкание	Пробой	отсутствие контакта	Мех. повреждение, обрыв вывода	Элементы хим. повреждения	Нарушение технологии изготовления
Полупроводниковые диоды	0,412	0,264	0,047	0,047	-	-	-	0,23
Транзисторы	0,499	0,227	0,077	0,023	-	0,056	-	0,113
Конденсаторы	0,43	-	0,13	0,075	-	0,075 <sup>0</sup>	0,043	0,247
Резисторы	0,412	0,192	0,027	-	0,082	0,096 <sup>0</sup>	0,027	0,164
Трансформаторы, дроссели линии задержки	0,324	0,353	0,058	-	-	0,147	-	0,118
Переключатели	0,045	-	-	-	0,505	0,315	-	0,135
Разъёмы	0,038	-	0,095	-	-	0,448	-	0,419
Приборы электронно-лучевые	0,25	0,031	-	0,094	-	0,494	-	0,131
Приборы газоразрядные	0,715	-	0,095	0,19	-	-	-	-

Величина  $P_j$  определяется в соответствии с выражением

$$P_j = \lambda_j T P_{\text{кз/отк}} Q_{j \text{ к.э}} Q_{j \text{ к.м}} \quad (1.6)$$

где  $\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го комплектующего элемента электротехнического изделия, 1/ч (табл. 1.6);  $T$  - средняя продолжительность работы электротехнического изделия, ч;  $P_{\text{кз/отк}}$  - вероятность появления короткого замыкания в пожароопасном комплектующем элементе при отказе (см. табл. 1.6);  $Q_{j \text{ к.э}}$  - вероятность воспламенения  $j$ -го комплектующего элемента (табл. 1.7);  $Q_{j \text{ к.м}}$  - вероятность воспламенения конструкционных материалов, находящихся в непо-

средственной близости от пожароопасных комплектующих элементов (табл. 1.8).

Для оценки интенсивности отказов пожароопасных элементов электрооборудования используются данные отраслевого стандарта ОСТ 4.202.00-78.

При оценке  $P_{\text{КЗ/отк}}$  учитывается наиболее опасный вид отказа - короткое замыкание.

Таблица 1.6

Комплектующие элементы	$\lambda_j, 1/\text{ч}$	$P_{\text{КЗ/отк}}$
Диоды	$1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-10}$	$0,05 \div 0,19$
Транзисторы	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-8}$	$0,02 \div 0,13$
Конденсаторы	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-9}$	$0,13 \div 0,39$
Трансформаторы	$1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-9}$	$0,06 \div 0,25$
Интегральные микросхемы	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-10}$	$0,047 \div 0,19$

Таблица 1.7

Резисторы 2 Вт	Конденсаторы К73-17	Транзисторы КТ-315	ИМС К155	Трансформаторы	Диоды
$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$

Таблица 1.8

Резисторы 2 Вт	Конденсаторы К73-17	Транзисторы КТ-315	ИМС К155	Трансформаторы	Диоды
$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Определим  $Q_M$  - вероятность возникновения источника зажигания электротехнического изделия, связанную с технологией изготовления:

$$Q_M = 1 - \prod_{k=1}^L [1 - P_{k \text{ к.м}}^*] \approx \sum_{k=1}^L P_{k \text{ к.м}}^* \quad (1.7)$$

где  $P_{k \text{ к.м}}^*$  - вероятность возникновения источника зажигания электротехнического изделия от  $k$ -го типа производственных отказов;  $L$  - число типов отказов. Тогда вероятность возникновения источника зажигания электротехнического изделия от некачественных паяных соединений можно обозначить как  $P_{1 \text{ к.м}}^*$ , от замыканий проводников - как  $P_{2 \text{ к.м}}^*$ , от обрывов проводника - как  $P_{3 \text{ к.м}}^*$ , от нарушений контактов в разъёмах - как  $P_{4 \text{ к.м}}^*$  и т.д.

Величина  $P_{k \text{ к.м}}^*$  определяется по формуле

$$P_{k \text{ к.м}}^* = 1 - \prod_{s=1}^r (1 - P_s) \approx \sum_{s=1}^r P_s, \quad (1.8)$$

где  $P_s$  - вероятность возникновения источника зажигания электротехнического изделия от  $s$ -го отказа по  $k$ -му типу отказа;  $r$  - число пожароопасных отказов по типу  $k$ .

Вероятностные показатели возникновения пожароопасных производственных отказов приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9

<i>Причины возникновения отказов</i>	Вероятность возникновения источника зажигания по различным видам отказов $P_{k \text{ к.м}}^*$
Некачественные паяные соединения	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Замыкания проводников	$0,19 \cdot 10^{-2}$
Обрыв проводника	$0,08 \cdot 10^{-2}$
Нарушение контактов	$0,7 \cdot 10^{-2}$
Прочие отказы	$0,03 \cdot 10^{-2}$
Суммарная вероятность отказа	$5,02 \cdot 10^{-2}$

Величина  $P_s$  определяется зависимостью

$$P_s = \frac{n}{N}, \quad (1.9)$$

где  $n$  - число пожароопасных отказов технологических элементов, определяется при имитации отказов;  $N$  - общее количество технологических элементов в электротехническом изделии.

Вероятность несрабатывания защиты электротехнического изделия вычисляется по следующей формуле:

$$Q_{н.з} = k_1 k_2, \quad (1.10)$$

где  $k_1$  - коэффициент, характеризующий защищённость электротехнического изделия от пожароопасных режимов;  $k_2$  - коэффициент, учитывающий наличие или отсутствие в электротехническом изделии специальной системы пожаротушения. При наличии такой системы значение  $k_2 = 0,05$ , при её отсутствии  $k_2 = 1$ .

Величина  $k_1$  рассчитывается по формуле

$$k_1 = 1 - \frac{Z}{N},$$

где  $N$  - число пожароопасных режимов (определяется в процессе имитации неисправностей);  $Z$  - число режимов, при которых срабатывает защита

электротехнического изделия (определяется в процессе имитации неисправностей).

В качестве иллюстрации изложенного материала приведён расчёт вероятности возникновения пожара от телевизора модели ЗУСЦТ.

Вероятность возникновения источника зажигания от транзистора:

$$P_1 = m \lambda_1 T P_{\text{кз/отк}} Q_{j \text{ к.э}} Q_{j \text{ к.м}} =$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 3 \cdot 10^{-12},$$

где  $P_{\text{кз/отк}} = 2 \cdot 10^{-2}$  вероятность, характеризующая отказ транзистора в результате внутренних коротких замыканий (справочные данные);  $T = 1,5 \cdot 10^3$  ч - средняя продолжительность работы телевизора в год;  $m = 1$  - количество пожароопасных транзисторов (см. табл. 1.6). Для модели ЗУСЦТ таким транзистором является КТ-829Б.

Аналогично вычислена вероятность возникновения источника зажигания от других пожароопасных комплектующих элементов телевизора (табл. 1.10).

Таблица 1.10

Элемент	Вероятность отказа
Транзистор $P_1$	$3 \cdot 10^{-12}$
Диод $P_2$	$2,82 \cdot 10^{-12}$
Трансформатор $P_3$	$1,74 \cdot 10^{-9}$
Конденсатор $P_4$	$9,0 \cdot 10^{-8}$
Интегральная микросхема $P_5$	$4,0 \cdot 10^{-12}$
Суммарная вероятность отказа	$9,2 \cdot 10^{-8}$

Величина  $Q_3$  составит

$$Q_3 = \sum_{i=1}^n P_{i \text{ к.э}}^* = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 9,2 \cdot 10^{-8}.$$

Вероятность возникновения источника зажигания в результате пожароопасного отказа технологического элемента:

$$Q_M = \sum_{k=1}^L P_{k \text{ к.м}}^* = 5,02 \cdot 10^{-2}.$$

Определим величину коэффициента  $k_1$ .

Роль специальной защиты выполняет противопожарный резистор  $R_{26}$ . При имитации возможных пожароопасных неисправностей резистор сработал в четырёх случаях из 18 (согласно перечню неисправностей, приведённых в методике). Таким образом,  $k_1 = 4/18 = 2,2 \cdot 10^{-1}$ .

Коэффициент  $k_2 = 1$ , так как в телевизоре ЗУСЦТ отсутствует специальная система пожаротушения. Следовательно,  $Q_{н.з} = k_1 k_2 = 2,2 \cdot 10^{-1}$ .

Вероятность возникновения пожара в телевизоре:

$$Q_{в.э} = [1 - (1 - Q_э)(1 - Q_м)]Q_{н.э} = \\ = [1 - (1 - 9,2 \cdot 10^{-8})(1 - 5,02 \cdot 10^{-2})]2,2 \cdot 10^{-1} \approx 1,1 \cdot 10^{-2}.$$

Расчёт показал, что модель телевизора ЗУСЦТ не удовлетворяет требованиям пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91, так как

$$Q_{в.э} = 1,1 \cdot 10^{-2} > 1 \cdot 10^{-6}.$$

Для оценки пожарной опасности электротехнического изделия (электроустановки) необходимо разрабатывать индивидуальную программу и методику испытаний, учитывающую типы применяемых комплектующих элементов, материалов, конструкцию изделия.

На основании изучения и анализа литературных источников составляется краткий конспект (отчет), содержащий:

### **Наименование темы отчета**

### **Введение**

### **Основная часть**

В содержательной части отчета необходимо привести ответы на основные контрольные вопросы:

1. Пожароопасные причины отказов. Приведите примеры.
2. Вероятность зажигания схмотехнических элементов. Приведите примеры.
3. Вычисление вероятности отказов электротехнических устройств
4. Способы снижения пожароопасности приборов

### **Выводы**

## **3.2. Собеседование**

Собеседование представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме или проблеме.

## **Оценка практических работ**

*Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:*

- a) обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности раскрытия темы ;

б) самостоятельно и рационально выбрал и пояснил математическое описание моделей исследуемого оборудования, которые обеспечивают выполнение основных технических характеристик оборудования в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов их работы с наибольшей точностью;

в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;

г) правильно выполнил анализ погрешностей;

*Оценка «4» ставится в том случае, если:*

а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерения,

б) было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

*Оценка «3» ставится, если*

а) работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения работы были допущены не существенные ошибки,

б) работа выполнена в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,

в) в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения,

г) не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей;

д) работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

*Оценка «2» ставится в том случае, если:*

а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов,

б) опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно,

### **3.3. Текущий контроль**

Контроль освоения дисциплины «Надежность систем и технологического оборудования в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях» проводится в со-

ответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, утвержденном решениями ученого совета ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ».

Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины.

Текущий контроль проводится в виде:

- тематического контроля: по итогам изучения отдельных тем дисциплины;
- контроля по итогам изучения раздела или нескольких разделов дисциплины.

Целью промежуточной аттестации (зачет) является:

- Установление фактического уровня теоретических знаний учащихся по предметам компонента учебного плана, их практических умений и навыков;
- Контроль выполнения учебных программ и календарно- тематического графика изучения учебных предметов.

### **Вопросы выходного контроля (зачета)**

1. Основные определения теории надежности.
2. Эксплуатационная надежность технических систем.
3. Составляющие надежности систем.
4. Единичные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических систем.
5. Вероятность безотказной работы систем.
6. Частота отказов.
7. Интенсивность отказов.
8. Средняя наработка на отказ.
9. Гамма-процентный ресурс.
10. Понятие среднего ресурса электрооборудования.
11. Гамма - процентный срок службы.
12. Средний срок службы электрооборудования.
13. Вероятность восстановления.
14. Интенсивность восстановления электрооборудования.
15. Среднее время восстановления электрооборудования
16. Гамма - процентный срок сохраняемости.
17. Средний срок сохраняемости.
18. Комплексные показатели надежности систем.

19. Коэффициент готовности.
20. Коэффициент оперативной готовности систем.
21. Показатели надежности восстанавливаемых технических систем.
22. Параметр потока отказов восстанавливаемых систем.
23. Вероятность безотказной работы.
24. Средняя наработка на отказ.
25. Исходные положения теории вероятностей.
26. Понятие случайного явления, случайного события, случайной величины.
27. Простейшее описание случайной величины.
28. Математическое ожидание случайной величины.
29. Дисперсия случайной величины.
30. Интегральная функция случайной величины.
31. Свойства интегральной функции.
32. Дифференциальная функция.
33. Свойства дифференциальной функции.
34. Вероятностное описание показателей надежности.
35. Вероятность безотказной работы.
36. Интенсивность отказов.
37. Нарботка на отказ.
38. Основной закон надежности.
39. Упрощенная форма основного закона.
40. Линейная форма основного закона.
41. Зависимость изменения интенсивности отказов от времени.
42. Закон распределения Вейбулла.
43. Экспоненциальный закон распределения.
44. Нормальный закон распределения.
45. Классификация методов расчета показателей надежности.
46. Простейший метод определения показателей надежности.
47. Экспериментальный метод расчета.
48. Коэффициентный метод расчета.
49. Сущность коэффициентного метода.
50. Расчет структурной надежности. Сущность метода.
51. Расчет надежности при последовательном соединении элементов.
52. Расчет надежности при параллельном соединении элементов.
53. Расчет надежности при смешанном соединении.
54. Классификация видов резервирования.
55. Общее резервирование.
56. Раздельное резервирование.
57. Смешанное резервирование.
58. Испытание на надежность электрических систем.
59. Объяснить оценку надежности систем по данным эксплуатации.

60. Статистические методы оценки анализа и контроля надежности систем.
61. Планирование эксперимента при ускоренных испытаниях на надежность систем.
62. Оценка надежности электрических систем с большим сроком службы.
63. Оценка надежности трансформаторов по состоянию изоляции.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения обучающимися, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля, порядок начисления баллов и фонды контрольных заданий для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

##### **4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Компетенция сформирована на «отлично», если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками от 86 % до 100 % от уровня сформированности компетенции.

Компетенция сформирована на «хорошо», если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками от 74 % до 85 % от уровня сформированности компетенции.

Компетенция сформирована на «удовлетворительно», если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками от 60 % до 73 % от уровня сформированности компетенции.

Если обучающийся демонстрирует знания, умения и владение навыками ниже 60 % от уровня сформированности компетенции, компетенция считается не сформированной.

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
<b>высокий</b>	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>	«хорошо»	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<b>пороговый</b>	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профес-

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
				сиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

#### 4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** - типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом

**умения:** проводить опытно-промышленный и научный эксперимент по заданным методикам и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата;

**владение навыками:**

- оценивает остаточных ресурс объектов профессиональной деятельности; методикой планирования и участия в проведении плановых испытаний технологического оборудования;

- навыками соблюдения экологической безопасности на производстве, участия в разработке и осуществлении экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на производстве;

- готовностью к контролю организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля работы технологического оборудования и качества выпускаемой продукции

#### Критерии оценки\*

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала (<i>перечисляется конкретный материал в зависимости от специфики дисциплины</i>), практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;</li> <li>- умение (<i>указываются конкретные умения в зависимости от специфики дисциплины</i>), используя современные методы и показатели такой оценки;</li> <li>- успешное и системное владение навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (<i>указываются конкретные данные / результаты / документы / сведения / информация в зависимости от специфики дисциплины</i>)</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала, не допускает существенных неточностей;</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение (<i>указываются конкретные умения в зависимости от специфики дисциплины</i>), используя современные методы и показатели такой</li> </ul>

	<p>оценки;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (указываются конкретные данные / результаты / документы / сведения / информация в зависимости от специфики дисциплины)</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li> <li>- в целом успешное, но не системное умение (указываются конкретные умения в зависимости от специфики дисциплины), используя современные методы и показатели оценки (указываются конкретные методы и показатели оценки в зависимости от специфики дисциплины);</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (указываются конкретные данные / результаты / документы / сведения / информация в зависимости от специфики дисциплины)</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале (перечисляется конкретный материал в зависимости от специфики дисциплины), не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки;</li> <li>- не умеет использовать методы и приемы (указываются конкретные методы и приемы в зависимости от специфики дисциплины), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет навыками чтения и оценки данных / результатов / документов / сведений / информации (указываются конкретные данные / результаты / документы / сведения / информация в зависимости от специфики дисциплины), допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено</li> </ul>

Разработчик(и): *доцент Шаруев Н.К.*



(подпись)