

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНИЦТ

Р.Р. Даминев

(подпись)

29.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(36989) Основы надежности

Направление подготовки (специальность): **15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность: **профиль «Оборудование нефтегазовой отрасли»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Форма обучения: **очная; заочная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Технологические машины и оборудование (ТМО);**

Трудоемкость дисциплины: **3 з.е. (108 час)**

Уфа 2023

Рабочую программу дисциплины разработал(и):

_____ доцент, канд. техн. наук Габбасова А.Х.

Рецензент

_____ доцент, канд. техн. наук Баязитов М.И.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование (ТМО);, обеспечивающей преподавание дисциплины 18.05.2023, протокол №8.

Заведующий кафедрой

Технологические машины и оборудование (ТМО)_____ С.В. Чертовских

Технологические машины и оборудование (ТМО)_____ И.Р. Кузеев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО_____ И.Р. Кузеев

Год приема 2023 г.

Рабочая программа зарегистрирована 08.06.2023 № 6 в ОПЛА и внесена в электронную базу данных

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям):

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Конструкции и прочность машинного оборудования; Основы сварки; Технологическая (проектно-технологическая) практика

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Обязательная часть;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежу- точной аттестации
	Зачет- ные едини- цы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контакт- ная	СРО	
4	3	108	46	62	зачет;
ИТОГО:	3	108	46	62	

Форма обучения: заочная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежу- точной аттестации
	Зачет- ные едини- цы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контакт- ная	СРО	
5	3	108	20	88	зачет;
ИТОГО:	3	108	20	88	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетен- ции
1	Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	ОПК-12-1

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ОПК-12	12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	З(ОПК-12)	Знать: методы определения основных показателей надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, вероятные причины возникновения деградационных процессов и отказов в их деталях и узлах
		У(ОПК-12)	Уметь: управлять качеством технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, проводить анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого их качества
		В(ОПК-12)	Владеть: навыками оценки и повышения уровня показателей надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, навыками анализа результатов деятельности сервисных подразделений предприятий

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам , часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	46				46								
лекции (всего)	20				20								
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	24				24								
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	2				2								
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	62				62								
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	0												
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	31				31								
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	24				24								
подготовка к сдаче зачета, экзамена	7				7								
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	108				108								

Форма обучения: заочная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам , часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	20					20							
лекции (всего)	10					10							
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	8					8							
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	0												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	2					2							
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	88					88							
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	0												
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	73					73							
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	8					8							
подготовка к сдаче зачета, экзамена	7					7							
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	108					108							

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

(раздела)Номер темы	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Математические основы теории надежности	4	16	18		42	76	З(ОПК-12) У(ОПК-12) В(ОПК-12)
2	Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	4	4	6		20	30	З(ОПК-12) У(ОПК-12) В(ОПК-12)
ИТОГО:			20	24		62	106	

Форма обучения: заочная

(раздела)Номер темы	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Математические основы теории надежности	5	8	6		60	74	З(ОПК-12) У(ОПК-12) В(ОПК-12)
2	Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процес-	5	2	2		28	32	З(ОПК-12) У(ОПК-12) В(ОПК-12)

Номер темы	Назва- ние	Семес- тр	Трудоемкость, часы					Шифр ре-
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
	сов в ма- териалах элемен- тов							
	ИТОГО:		10	8		88	106	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Математические основы теории на- дежности	Задачи теории надежности. По- нятия и опреде- ления надежно- сти Свойства, пока- затели надежно- сти. Экономиче- ские показатели надежности	4		2
2	1-Математические основы теории на- дежности	Классификация отказов Отказ, неисправ- ность, дефект, повреждение. Признаки и груп- пы отказов. Па- раметры потока отказов	2		1
3	1-Математические основы теории на- дежности	Случайные ве- личины. Законы распределения, применяемые в теории надежно- сти Выбор теорети- ческого закона распределения. Параметры ста- тистического распределения	2		1
4	1-Математические основы теории на- дежности	Классификация по надежности Классификация машин и аппара- тов по надежно- сти	2		1
5	1-Математические основы теории на- дежности	Информации по надежности Источники ин- формации по на- дежности. Испы- тания на надеж- ность: объекты, виды и методы	2		1

		испытаний			
6	1-Математические основы теории надежности	Надежность сложных систем. Методы расчета надежности сложных технических систем Сложная система и ее характеристики. Структурный анализ систем технологического оборудования	2		1
7	1-Математические основы теории надежности	Резервирование. Методы, способы и типы резервирования Задачи выбора оптимального числа резервных элементов в системе	2		1
1	2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	Старение и износ. Износ материалов: природа и классификация. Основные закономерности процесса изнашивания Классификация процессов старения по скорости протекания, по внешним признакам. Износ, изнашивание. Классификация видов изнашивания по видам. Классификация процессов изнашивания по скорости разрушения	2		1
2	2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	Определение остаточного ресурса оборудования нефтегазопереработки Оценка технического состояния оборудования. Определение остаточного ресурса оборудования при малоцикловых нагрузках. Определение остаточного ресурса оборудования	2		1

		ния по критерию коррозионной стойкости			
	-	ИТОГО:	20		10

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Математические основы теории надежности	1	Расчет показателей безотказности и долговечности. Расчет экономических показателей надежности Определение показателей надежности объекта, используя эксплуатационные данные, а также и данные по отказам и ремонтам объекта	2		1
1-Математические основы теории надежности	2	Расчет показателей надежности по эмпирическим данным при малой выборке Выбор закона распределения при заданных значениях наработки до отказа (малая выборка) ряда аналогичных объектов для возможности прогнозирования надежности объекта	2		1
1-Математические основы теории надежности	3	Математическая обработка ре-	2		1

		результатов наблюдений при экспоненциальном законе распределения Выбор закона распределения при заданных значениях наработки до отказа (большая выборка) ряда аналогичных объектов для возможности прогнозирования надежности объекта (экспоненциальный закон распределения)			
1-Математические основы теории надежности	4	Математическая обработка результатов наблюдений при нормальном законе распределения Выбор закона распределения при заданных значениях наработки до отказа (большая выборка) ряда аналогичных объектов для возможности прогнозирования надежности объекта (нормальный закон распределения)	2		
1-Математические основы теории надежности	5	Расчет надежности сложной технологической системы Проанализировать изменение показателя надежности (вероятности безотказной работы) во времени технологической системы установки нефтехимического производства.	4		1

		По минимально допустимому уровню надежности определить ресурс системы. Предложить мероприятия по повышению надежности системы			
1-Математические основы теории надежности	6	Выбор оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва Достижение заданной надежности системы с наименьшими затратами. Обеспечение заданной надежности системы с резервом меньшим проектного. Достижение наибольшей надежности системы с заданной стоимостью	2		1
1-Математические основы теории надежности	7	Расчет надежности в случае ненагруженного резерва Определить норму запасных деталей этого типа на определенное время для принятых на нефтегазоперерабатывающих и химических производствах вероятностей безотказной работы системы	2		1
1-Математические основы теории надежности	8	Расчет системы на надежность и прочность Проверить условие прочности, или условие безотказности, т. е. отсутствия у	2		

		элемента сложной системы предельного состояния, состояния, при котором нагрузка превышает прочность			
2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	1	Определение остаточного ресурса при малоцикловых нагрузках Оценить остаточную долговечность емкости после определенного времени эксплуатации при малоцикловых нагрузках, используя эксплуатационные данные и данные предварительного обследования. Оценить оптимистичный и пессимистичный прогнозы ресурса	2		1
2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	2	Определение остаточного ресурса химического оборудования по критерию коррозионной стойкости Определить степень разрушения стенок сосуда, подвергающегося при эксплуатации коррозионно-эрозионному разрушению и вероятный остаточный ресурс (средний и минимальный) до предельного состояния	2		1
2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	3	Статистические методы расчета остаточного ресурса Оценка оста-	2		

		точного ресурса оборудования по результатам испытаний аналогов. Оценка остаточного ресурса оборудования методом статистического моделирования наработок до предельного состояния. Оценка остаточного ресурса оборудования по отказам базовой детали. Оценка остаточного ресурса оборудования восстанавливаемого оборудования при неполном восстановлении			
-		ИТОГО:	24		8

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Математические основы теории надежности	подготовка к сдаче зачета, экзамена	4		4
1-Математические основы теории надежности	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	18		6
1-Математические основы теории надежности	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	20		50
2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	подготовка к сдаче зачета, экзамена	3		3
2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	6		2

	ским занятиям			
2-Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	11		23
-	ИТОГО:	62		88

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Математические основы теории надежности

Метод минимальных путей и минимальных сечений для определения надежности сложных систем

Раздел 2. Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов

Модель старения. Область существования старения. Законы старения. Законы превращения

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
Электронный каталог УГНТУ	http://www.bibl.rusoil.net/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп.	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	1-420в	Компьютер Intel Core 2 Duo E8200(1);Компьютер WIN i3-550(2);Компьютер персональный i3-4170/21,5" PHILIPS 226V4LAB(1);МФУ hp Laser Jet Pro M1536dnf<CE538A>A4(1);Монитор 19" Acer(1);Монитор ASUS VA24DQ Black 23,8", шт(3);Сервисное устройство для очистки Katun 3 м(1);Системный блок CRONA:i7 11700/DDR4 2*16GB/SSD 250Gb Samsung/HDD 1Tb/600W(3);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
2	3-201	Защитная RFID Система LSG405HF(1);Компьютер i3-2120(1);Компьютер i3-3220 K1 BenQ 21,5"(3);Компьютер i3-3240 21.5" Acer(2);Компьютер ПК НИКС\i3-4170\21.5"(1);Компьютер персональный-неттоп Celeron J1900/4Gb(1);Контрольно-кассовая машина Пионер 114Ф с ФН(1);МФУ hp Laser Jet Pro M1132<CE847A>A4(1);МФУ hp LaserJet Pro M1132<CE847A>(A4 принтер+сканер+копир)(1);Монитор Beng(1);Принтер Laser Jet 1020(1);Сканер Plustek Optic Book 4800(1);Универсальная RFID станция книговыдачи/программирования меток(3);Чековый принтер АТОЛ RP-326-USE черный Rev.6(3);Ящик каталожный 40 ячеек(5);Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
3	7-301	Доска одноэлементная для мела 1500*1000мм(2);Комплект демонстрационного оборудования Projector-300(1);Системный блок ПК Core-2(1);Стол, стулья	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.
4	7-404	Компьютер i3-3240 BenQ 21.5" K1(1);Компьютер K2 i3-3240 BenQ 21.5"(1);МФУ Kyocera FS-1125MFP (копир+принтер+сканер+факс) (1);монитор LSD 19" Samsung(1);Стол, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
5	7-417	Авт.рабочее мест(тип 2)(сист.блок Кламас,мониторАОС,клавиатура+мышьMicrosoft)(4);Интерактивная доска SMART Board 680iv(1);Монитор 21,5" BENQ(3);Монитор 21,5 BenQ(11);Принтер hp Laser Jet P2014 <CB450A> A4(1);Системный блок Core i5 2400(12);Стол для за-16	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	Microsoft Office	Дата выдачи лицензии 01.01.2007
2	Антивирус Kaspersky	Дата выдачи лицензии 27.10.2010

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (36989)(36989)Основы надежностиНаправление подготовки (специальность): 15.03.02 Технологические машины и оборудованиеНаправленность: профиль«Оборудование нефтегазовой отрасли»Форма обучения: очная;заочная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного	Кoeffициент
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для выполнения СРО;Для выполнения практических занятий;Для изучения теории;	4		5	Шубин, В. С. Надежность оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств : учебное пособие / В. С. Шубин, Ю. А. Рюмин. - М. : Химия ; [Б. м.] : КолосС, 2006. - 259 с. - Текст : непосредственный.	53	-	0.40

Дополнительная литература	Для выполнения СРО; Для изучения теории;	4		5	Кравченко, И. Н. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика: Учеб. / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин и др.; Под ред. проф. И.Н. Кравченко. - Москва : Альфа-М: Инфра-М, 2012. - 336 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/307370 (дата обращения: 21.12.2021). – Режим доступа: по подписке.	1	http://www.znanium.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

Составил:

_____ доцент, канд. техн. наук Габбасова А.Х.

Год приема 2023 г.

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**Наименование дисциплины: (36989)(36989)Основы надежностиНаправление подготовки (специальность): 15.03.02 Технологические машины и оборудованиеНаправленность профиль«Оборудование нефтегазовой отрасли»Форма обучения очная;заочная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного	Коэффициент
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения практических занятий;	4		5	Расчет показателей надежности по эмпирическим данным при малой выборке : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 548 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova11.pdf (дата обращения 10.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	4		5	Математическая обработка результатов наблюдений при экспоненциальном законе распределения : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,18 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova12.pdf (дата обращения 10.03.2020) . - Текст : электронный.111	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	4		5	Математическая обработка результатов наблюдений при нормальном законе распределения : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,17 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova13.pdf (дата обращения 10.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	4		5	Расчет показателей безотказности и долговечности. Расчет экономических показателей надежности : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 704 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova14.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	4		5	Расчет надежности сложной технологической системы : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,07 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova15.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	4		5	Выбор оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 532 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova16.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	4		5	Расчет надежности в случае ненагруженного резерва : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 548 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova17.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	4		5	Расчет системы на надежность и прочность : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 560 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova18.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	4		5	Остаточный ресурс при малоцикловых нагрузках : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 2,42 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova19.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	4		5	Остаточный ресурс химического оборудования по критерию коррозионной стойкости : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 2,16 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova20.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения практических занятий;	4		5	Статистические методы расчета остаточного ресурса : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 572 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova21.pdf (дата обращения 11.03.2020) . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Составил:

доцент, канд. техн. наук Габбасова А.Х.

Год приема 2023 г.

Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНИЦТ

_____ Р.Р. Даминев
29.06.2023

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(36989) Основы надежности**

Направление подготовки (специальность): 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: профиль «Оборудование нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е. (108час)

Уфа 2023

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработал (и):

_____ доцент, канд. техн. наук Габбасова А.Х.

—
Рецензент

_____ доцент, канд. техн. наук Баязитов М.И.

—

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Технологические машины и оборудование (ТМО);, обеспечивающей преподавание дисциплины 18.05.2023, протокол №8.

Заведующий кафедрой Технологические машины и оборудование (ТМО); _____ И.Р. Кузеев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев

Год приема 2023 г.

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
зарегистрирован 08.06.2023 № 6 в отделе МСОП и внесен в электронную базу данных

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Математические основы теории надежности	В(ОПК-12)	методы определения основных показателей надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, вероятные причины возникновения деградационных процессов и отказов в их деталях и узлах	12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	выбирает, исходя из сравнения затрат на изготовление и эксплуатацию объекта, вариант достижения требуемого уровня надежности с тем экономическим эффектом, который она сможет обеспечить, определяет исходные данные для решения задач проектирования, проводит анализ надежности блоков оборудования и матриц комбинаций систем оборудования, разрабатывает системы с оптимальным числом элементов, учитывает факторы надежности, стоимости, времени при создании систем оборудования	Контрольная работа Письменный и устный опрос Тестирование
		З(ОПК-12)		12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования	называет основные, в том числе экономические, показатели надежности оборудования и методы их опре-	Письменный и устный опрос Тестиро-

			ния, изготовления и эксплуатации	деления, называет этапы прогнозирования надежности систем, анализирует надежность систем, оценивает эффективность решений по повышению надежности, определяет эффективность и стоимость проекта	вание
			12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	оценивает качество ремонтов и мероприятий по техническому обслуживанию, эффективность работы ремонтных подразделений, составляет структурные схемы надежности блоков оборудования, составляет матрицы комбинаций надежности систем оборудования, учитывает несколько групп факторов при принятии проектных решений, находит оптимальные решения при создании систем оборудования	Контроль ная работа Письменный и устный опрос Тестирование
		У(ОПК-12)			
4	Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов	В(ОПК-12)	12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и экс-	определяет критерии отказов и критерии предельного состояния оборудования, определяет методы оценки ресурса оборудования на	Контроль ная работа Письменный и устный

				плуатации	основе анализа исходных данных	опрос Тести- вание
		З(ОПК-12)		12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	называет причины возникновения различных видов отказов, называет стадии развития процессов изнашивания и старения, называет источники информация для прогнозирования остаточного ресурса оборудования, условия обеспечения возможности прогнозирования величины остаточного ресурса, называет условия применения методик определения показателей долговечности оборудования, называет показатели, влияющие на ресурс	Письменный и устный опрос Тести- вание
		У(ОПК-12)		12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	определяет критерии предельного состояния оборудования, анализирует их динамику, анализирует эксплуатационные данные и данные предварительного обследования оборудования	Контроль ная работа Письменный и устный опрос Тести- вание

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.	«зачтено» выставляется обучающемуся, если Студент набирает при выполнении контрольных заданий от 65 до 100 баллов «незачтено» выставляется обучающемуся, если Студент набирает при выполнении контрольных заданий 64 балла и меньше
2	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	«зачтено» выставляется обучающемуся, если Полный ответ на письменный вопрос. Четкий, быстрый и полный ответ на дополнительные устные вопросы «незачтено» выставляется обучающемуся, если Неполный ответ на письменный вопрос. Не отвечает на дополнительные устные вопросы или отвечает с грубыми ошибками
3	Тестирование	Система стандартизированных простых и комплексных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний, умений и владений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	«зачтено» выставляется обучающемуся, если Студент набирает при выполнении контрольных заданий от 70 до 100 баллов «незачтено» выставляется обучающемуся, если Студент набирает при выполнении контрольных заданий 69 балла и меньше

Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ОПРОСА:

1. Предельное состояние объектов. Критерии предельного состояния объектов.
2. Экономические показатели надежности. Определение показателей надежности.
3. Классификация отказов по причинам возникновения, характеру проявления, степени влияния, возможности предсказания.
4. Законы распределения, применяемые в теории надежности.
5. Выбор теоретического закона распределения.
6. Параметры статистического распределения.
7. Классификация машин и аппаратов по надежности.
8. Нормированные показатели надежности. Группы надежности. Классы производственных объектов. Режимы производственных объектов. Принципы длительности использования производственных объектов.
9. Классификация процессов старения по скорости протекания. Примеры таких процессов. Характер контакта поверхностей и их относительного движения при различных видах износа.
10. Классификация процессов старения тела детали (объемные явления), поверхности детали (поверхностные явления) по внешним проявлениям процесса (видам повреждения). Разновидности этих процессов.
11. Основные закономерности процесса изнашивания. Классификация процессов изнашивания по трем видам: Формы окислительного износа. Стадии изнашивания при фреттинг-коррозии.
12. Классификация процессов изнашивания по скорости разрушения.
13. Допустимые и недопустимые виды повреждений.
14. Методы расчета надежности сложных технических систем.
15. Последовательное соединения элементов.
16. Параллельное соединения элементов.
17. Анализ формул для определения надежности систем с последовательным соединением элементов.
18. Анализ формул для определения надежности систем с параллельным соединением элементов.
19. Определение минимальных путей для определения надежности сложных систем.
20. Определение минимальных сечений для определения надежности сложных систем.
21. Определение числа резервных аппаратов в системе с целью достижения заданной надежности.
22. Определение надежности при увеличении числа резервных элементов.
23. Определение коэффициента эффективности модернизации.
24. Решение задач выбора оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва.
25. Достижение заданной надежности системы с наименьшими затратами.
26. Обеспечение заданной надежности системы с резервом меньшим проектного.
27. Достижение наибольшей надежности системы с заданной стоимостью.
28. Расчет надёжности в случае ненагруженного резерва.
29. Задача о надежности и прочности.
30. Методы повышения надежности сложных систем.
31. Виды, способы, типы резервирования.

32. Критерии предельного состояния опасных производственных объектов.
33. Предельное состояние сосуда, подвергающегося при эксплуатации коррозионно-эрозионному разрушению.
34. Условия работоспособности оборудования.
35. Мероприятия, на результатах которых основывается прогнозирование ресурса оборудования.
36. Условия принятия ресурса объекта при наличии расчетных значений ресурса всех его элементов.
37. Определение допускаемого числа циклов нагружения давлением сосуда, находящегося в эксплуатации t лет при заданном размахе колебаний рабочего давления и установленном значении комплекса $\{? \cdot ? \cdot [?]\}$.
38. Определение действительного числа циклов нагружения давлением сосуда, находящегося в эксплуатации t лет при заданном размахе колебаний рабочего давления и установленном значении комплекса $\{? \cdot ? \cdot [?]\}$.
39. Определение остаточной долговечности сосуда, находящегося в эксплуатации t лет при установленных допускаемом и действительном числах циклов нагружения давлением.
40. Определение остаточной долговечности аппарата, находящегося в эксплуатации t лет с учетом коэффициента вариации в случае оптимистического прогноза при заданном значении остаточной долговечности.
41. Определение остаточной долговечности аппарата, находящегося в эксплуатации t лет с учетом коэффициента вариации в случае пессимистического прогноза при заданном значении остаточной долговечности.
42. Определение средней скорости коррозии аппарата с заданной толщиной стенки после t лет эксплуатации при заданных остаточных толщинах стенки в равноудаленных точках.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА:

1. Понятия и определения теории надежности. Свойства надежности, показатели надежности.
 2. Отказ, неисправность, дефект, повреждение.
 3. Случайные величины.
 4. Старение, износ, изнашивание. Законы старения, законы превращения.
 5. Классификация локальных видов повреждения поверхностей: внешний вид процессов: усталость, разъедание, износ, нарост
 6. Резервирование с целой кратностью.
 7. Резервирование с дробной кратностью.
 8. Определение числа кратности резервирования по схеме.
 9. Холодное резервирование.
 10. Горячее резервирование.
 11. Облегченное резервирование.
 12. Определение вероятностей безотказной работы систем с последовательным соединением элементов.
 13. Определение вероятностей безотказной работы с параллельным соединением элементов.
 14. Определение вероятностей отказа систем с последовательным соединением элементов.
 15. Определение вероятностей отказа систем с параллельным соединением элементов.
 16. Сложная система.
 17. Элементы сложной системы.
 18. Состояние оборудования, при котором возможно прогнозирование его ресурса.
 19. Условия, при которых не учитываются циклы нагружения от температурных нагрузок при расчете на малоцикловую усталость.
 20. При каких значениях коэффициентов $?, ?$, а также допускаемых напряжении и давлении осуществляется определение допускаемого числа циклов нагружения давлением.
-

ПРИМЕР БИЛЕТА ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО И УСТНОГО ОПРОСА

ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"

Кафедра "Технологические и машины и оборудование"

БИЛЕТ № 1

Основной вопрос (ответить письменно):

1. Классификация отказов по причинам возникновения, характеру проявления, степени влияния, возможности предсказания.
2. Определение остаточной долговечности аппарата, находящегося в эксплуатации t лет с учетом коэффициента вариации в случае оптимистического прогноза при заданном значении остаточной долговечности.

Дополнительный вопрос (ответить устно)

1. Определение вероятностей безотказной работы систем с последовательным соединением элементов.
2. Резервирование с целой кратностью.

Разработчик(и):

доцент, канд. техн. наук

А.Х. Габбасова

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев

ПРИМЕРЫ ОТВЕТОВ НА ПИСЬМЕННЫЙ ОПРОС:

Ответ на вопрос 1. Предельное состояние объектов. Критерии предельного состояния объектов. Предельное состояние объектов.

Предельным состоянием объекта считается такое состояние, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна по техническим причинам, из-за нарушения требований безопасности (экологии) или по экономическим соображениям.

Повреждения сосудов и аппаратов возникают вследствие воздействия различных эксплуатационных факторов, влияние каждого из которых имеет свои закономерности, поэтому прогнозирование их ресурса производят на основе всестороннего анализа.

Повреждения сосудов могут быть вызваны:

- эрозионным истиранием стенок рабочей среды;
- коррозией металла (сплошной или общей, межкристаллитной, язвенной, питтинговой, щелевой, контактной, структурно-собирающей, атмосферной, коррозионным растрескиванием и др.);
- усталостью;
- ползучестью;
- изменением физико-химических свойств металла и другими причинами.

Наиболее часто встречающимися повреждениями поверхностей нагрева являются: отдулины, трещины и разрывы трубных элементов, которые могут быть вызваны различными причинами (загрязнения внутренних поверхностей, неравномерности температурного поля и др.). Перегрев металла вызывает изменение его структуры, снижение механических свойств, повышение окалинообразования.

Возможны также повреждения, вызванные нарушениями норм конструирования и изготовления. Предельно допустимые значения повреждений, установленные в нормативно-технической документации, называют критериями предельного состояния.

Критерии предельных состояний (КПС) сосудов и аппаратов.

Предельным состоянием сосуда (аппарата), подвергающегося при эксплуатации коррозионно-эрозионному разрушению, является уменьшение толщины его стенок до предельной (расчетной) величины, ниже которой не обеспечивается необходимый запас его несущей способности.

Глубина отдельных локальных повреждений (исключая трещины) может значительно превышать среднюю глубину повреждений и не нарушать несущей способности аппарата. Допустимое количество (доля) повреждений на поверхности аппаратов и их размеры должны регламентироваться в зависимости от:

- характера нагрузки на элементы оборудования;
- свойств применяемых материалов.

Для элементов теплообменников критерии отбраковки следующие:

а) корпус, днище, фланцы и штуцера отбраковывают в следующих случаях.

- если под действием коррозии и эрозии толщина теплообменника достигнет расчетного значения $S = S_{расч.}$;

$S_{исп.} = S_{расч.} + C$;

- при наличии дефектов сварных швов, обнаруженных неразрушающими методами, а также металлографическими исследованиями: трещин всех видов и направлений, расположенных в металле шва, по линии оплавления и в околошовной зоне основного металла, в том числе и микротрещин, выявленных при микроисследовании; межкристаллитной коррозии сварных швов и износа их толщины до отбраковочных размеров, коррозионного растрескивания;

- при появлении трещин, а также неравномерных коррозионных язв общей площадью $A_{общ.язв}$ более 10% от поверхности рассматриваемого элемента (корпуса, днища) $A_{корп.}$ и глубиной $?S$, превышающей 50% от первоначальной толщины его стенки $S_{исп.}$;

- если элементы теплообменника не выдержали испытания на прочность и плотность.

б) трубные решетки отбраковывают при наличии трещин или коррозионного и эрозионного разрушения на глубину $?S_{тр.}$ более 10% от первоначальной толщины $S_{исп.тр.}$.

Элементы металлоконструкций отбраковывают при износе толщины их стенки на 30% от проектной.

Для трубопроводов определены следующие количественные критерии:

- износ толщины стенки не более 20%;

- величина остаточной деформации труб из углеродистых сталей не более 2,5%.

Из рассмотренных критериев видно, что критерии предельного состояния могут быть:

- качественными (наличие трещин, свищей, вмятин, коррозионного растрескивания);
- количественными (величина износа, коррозии, деформации и др.).

При отсутствии в технической документации КПС ориентировочными их значениями могут быть нормы технологических допусков на изготовление, которые могут уточняться в зависимости от конструктивного исполнения, материала и условий эксплуатации.

Ответ на вопрос 2. Экономические показатели надежности. Определение показателей надежности.

Оценка уровня надежности и необходимость повышения уровня должна решаться с экономических позиций, так как экономика является основным критерием для большинства практических вопросов надежности. Известно, что современный уровень развития науки и техники позволяет достичь практически любых показателей качества и надежности оборудования. Вопрос в том: сколько это будет стоить, чтобы достичь поставленную цель.

Если затраты будут столь высоки, что эффект от повышенной надежности машины не возмещит их, то и суммарный результат от проведенных мероприятий будет отрицательным.

Как правило, имеется несколько вариантов мероприятий по повышению работоспособности машины и изменению её конструкции: это использование более качественных материалов, применение той или иной системы ремонта и технического обслуживания и так далее.

Поэтому, при выборе вариантов достижения требуемого уровня надежности, необходимо исходить из получения наибольшего суммарного экономического эффекта с учетом затрат в сферах производства и эксплуатации агрегата.

В общем случае изменение во времени суммарного экономического эффекта определяется двумя основными факторами:

С одной стороны учитываются затраты на изготовление нового агрегата (сюда входят затраты на проектирование, изготовление, испытание и так далее) и затраты на эксплуатацию, включая техническое обслуживание, ремонт, профилактические мероприятия и так далее.

Затраты Σ являются отрицательными в балансе эффективности.

Это с одной стороны...

С другой стороны, работа машины дает положительный экономический эффект (прибыль) в зависимости от её целевого назначения.

Как видно из рисунка 1, как функция времени возрастает, так как старение отдельных элементов машины приводит к необходимости вкладывать всё большие средства для восстановления утрачиваемых свойств.

Изменение Σ во времени, напротив, уменьшается, так как возрастающие простои в ремонте и техническом обслуживании снижают её производительность.

Поэтому кривая суммарной эффективности имеет максимум и два раза пересекает ось абсцисс.

При возрастании Σ , период времени Σ = , при котором является сроком окупаемости, когда машина при эксплуатации возвратила затраты, которые были в неё вложены при изготовлении. Начиная с этого момента Σ машина начинает приносить прибыль. Постепенно, полученный эффект снижается из-за возрастания эксплуатационных затрат до Σ = , когда снова Σ = 0. При Σ ? затраты на эксплуатацию больше экономического эффекта, который может обеспечить машина. Поэтому при Σ = эксплуатация машины экономически нецелесообразна.

Длительность экономически целесообразной эксплуатации находится в диапазоне Σ и Σ . Выбор варианта машины с позиций надежности должен исходить из сравнения затрат на изготовление и эксплуатацию объекта с тем экономическим эффектом, который она сможет обеспечить. Например, как это видно из рисунка 1.4, начальная стоимость машины № 2 выше, но за счет показателей производительности, качества и надежности она дает больший экономический эффект и ее целесообразно эксплуатировать более длительное время. При оценке разнообразных возможностей по повышению и обеспечению надежности машин экономический критерий является важнейшим для выбора оптимальных решений.

Экономические показатели надежности

1) Σ - экономический показатель надежности, руб/ч,

где Σ - стоимость изготовления машины (стоимость прод);

- суммарные затраты на эксплуатацию, ремонт и обслуживание машины, руб.;

- период эксплуатации машины, ч.

Необходимо стремиться к MIN значению этого показателя за счет ?MIN рационального распределения капиталовложений между сферой производства с сферой эксплуатации.

2) Σ - коэффициент эксплуатационных издержек (соотношение стоимости изготовления и стоимости эксплуатации машины).

Высокая надежность достигается за счет дополнительных затрат. Поэтому очень часто используют термин - цена надежности. Общие затраты на изготовление машины складываются из постоянных затрат, не зависящих от требований надежности и Σ - переменной составляющих затрат, зависящих от требований надежности.

3) Σ - в настоящее время данное выражение не актуально, так как,

Поэтому

- покупки.

Во многих случаях используется следующая формула для определения цены надежности:

где Σ - цена надежности аналога;

- наработка на отказ прототипа изделия;

T - наработка на отказ проектируемого изделия.

Ответ на вопрос 3. Классификация отказов по причинам возникновения, характеру проявления,

степени влияния, возможности предсказания.

Классификация отказов осуществляется по различным признакам, основными из которых являются причины возникновения, характер изменения параметров нефтеперерабатывающего оборудования до момента завершения отказа, степень влияния отказа на работоспособность, возможность предсказания и др.

Отказы классифицируются по следующим признакам:

1) по причинам возникновения:

Конструкционные отказы обусловлены ошибками, допущенными при проектировании, нарушениями требований государственных стандартов, занижением запасов прочности, ошибками в разработке принципиальных схем и конструкций устройств и т. д.

Производственные отказы вызываются нарушениями технологии изготовления, несоблюдением требований конструкторской документации при изготовлении, применением некондиционных материалов и комплектующих элементов, недостаточным контролем качества в процессе производства и т. п.

Конструкционные и производственные отказы, как правило, выявляются в начальный период эксплуатации. Они могут быть выявлены также в процессе приработочных испытаний в заводских условиях.

Эксплуатационные отказы являются следствием нарушений условий работы, на которые рассчитано нефтеперерабатывающее оборудование, несоблюдения оговоренных в технической документации правил эксплуатации, низкой квалификации обслуживающего персонала, естественного старения, изнашивания и других причин. Эксплуатационные отказы проявляются не только в начальный период эксплуатации, но и в последующее время.

2) по характеру проявления все отказы делятся на внезапные и постепенные. Если в качестве обобщенного параметра, характеризующего работоспособность нефтеперерабатывающего оборудования (давление, расход, и т. д.), то внезапные и постепенные отказы определяются скоростью изменения обобщенного параметра.

К постепенным отказам относятся такие, для которых скорость изменения обобщенного параметра имеет конечную величину. Постепенные отказы нефтеперерабатывающего оборудования являются следствием необратимых изменений его свойств, вызванных старением, износом, накоплением усталостных повреждений и изменением параметров рабочего процесса.

Внезапные отказы характеризуются резким, скачкообразным изменением обобщенного параметра под воздействием одного или нескольких возмущений, вызванных внутренними дефектами, нарушениями режимов работы или ошибками обслуживающего персонала. Обычно появлению внезапных отказов предшествуют скрытые дефекты или изменения свойств элементов, которые не всегда удается заменить и обнаружить.

3) по степени влияния на работоспособность нефтеперерабатывающего оборудования все отказы можно разделить на полные и частичные. При полных отказах происходит потеря работоспособности нефтеперерабатывающего оборудования. При частичных отказах способность нефтеперерабатывающего оборудования к выполнению своих функций сохраняется, однако при этом снижается эффективность их выполнения.

Для нефтеперерабатывающего оборудования, установленного на установке, выполняющих ответственные функции, отказы делятся на опасные и безопасные.

4) по возможности предсказания. При постепенных отказах характеристики нефтеперерабатывающего оборудования изменяются во времени, и, следовательно, принципиально возможно с помощью специальной системы контроля или специальных испытаний прогнозировать момент наступления отказа и принять соответствующие меры, обеспечивающие сохранение работоспособности нефтеперерабатывающего оборудования. Постепенные отказы, которые можно прогнозировать, называются прогнозируемыми.

Так же существует классификация отказов, зависящая от характера причин возникновения отказа. Она делится на две группы.

Первая группа. Отказы, являющиеся следствием дефектов конструкции, технологии производства, эксплуатационно-технической документации, а также других дефектов, повторяющихся для всех экземпляров данной системы или же хотя бы для некоторой группы экземпляров. По-

сколько причины отказов данной группы повторяются для всех или части экземпляров системы, испытания отдельного экземпляра могут дать необходимую информацию для устранения причин возникновения таких отказов и, следовательно, для повышения надежности системы. При обнаружении отказов данной группы на отдельных экземплярах системы могут приниматься решения о проведении доработок на остальных или же проведении других мероприятий, исключающих появление подобного вида отказов (Пример: козырек цирка, аварии самолетов, аквапарки).

Вторая группа. Отказы, которые вызваны случайным разбросом или ограниченностью сроков службы комплектующих элементов, случайным не-благоприятным сочетанием разбросов параметров элементов в пределах установленных допусков, случайным неблагоприятным сочетанием режимов работы или условий эксплуатации, случайными погрешностями производства и др. Обнаружение отказов второй группы на каком-либо отдельном экземпляре данной системы не дает оснований делать заключение о надежности остальных экземпляров: может случиться, что таких отказов на остальных экземплярах системы не будет. Устранение причин возникновения отказов второй группы вызывает затруднения, так как выявление причин их возникновения требует проведения большего комплекса мероприятий и проведения большего объема испытаний. Для повышения надежности при наличии отказов второй группы необходимо установить статистические закономерности (законы) их распределения.

ПРИМЕРЫ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЙ ОПРОС:

Ответ на вопрос 1. Понятия и определения теории надежности. Свойства надежности, показатели надежности.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени свою работоспособность.

Основные термины и определения по надежности:

Работоспособность – состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

Неисправность – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований технической документации.

Время работы объекта до отказа, выраженное в часах, называется наработкой до отказа.

Показатели надежности

Безотказность – свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов. Показатели: Вероятность безотказной работы, Вероятность отказа, Интенсивность отказов, Плотность вероятности

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению (осмотр, диагностика) и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Показатели: Время на восстановление, Время технического обслуживания, Затраты на восстановление.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Показатели: Нарботка до отказа, Коэффициент технического использования, Коэффициент готовности.

Сохраняемость – свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и транспортирования. Показатели: Срок сохраняемости.

Ответ на вопрос 2. Отказ, неисправность, дефект, повреждение.

Для анализа и количественной оценки надежности различают основное событие, с которым прямо или косвенно связаны все показатели надежности, - событие “отказ”.

Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Для каждого объекта признаки отказов устанавливаются норматив-но-технической документацией.

Наряду с отказом имеют место такие понятия как:

Неисправность - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической документации;

Дефект - каждое несоответствие требованиям технической документации, начальная причина возникновения отказа;

Повреждение - нарушение исправности объекта или его составных частей, вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни, установленные нормативно технической документацией.

Дефекты и повреждения могут быть существенными и являться причиной отказа и, несущественными, при которых работоспособность машин не нарушается. Очень часто дефекты и повреждения сразу не обнаруживаются.

Ответ на вопрос 3. Случайные величины.

Нагрузки, действующие на элементы оборудования во время эксплуатации, носят случайный характер. Случайными являются такие характеристики материалов, конкретное значение которых зависит от множества факторов. Примерами случайной величины являются наработка на отказ, интенсивность отказов, технический ресурс, срок службы машины и т.д.

Рассмотренные примеры приводят нас к понятию случайной величины.

Случайная величина – величина, которая в результате испытаний может принять значение, причем нельзя заранее предсказать, какое именно.

Случайные величины, расположенные в возрастающем порядке с указанием вероятности их появления называют распределением случайных величин.

Соотношение, устанавливающее связь между значением случайных величин и вероятностью их появления, называют законом распределения.

В процессе жизненного цикла в объекте происходят различные физические процессы. Задача теории надежности заключается в выборе такого закона распределения, который наиболее полно отражает эти физические законы.

В теории надежности используются следующие законы распределения:

1) нормальный закон распределения (закон Гаусса) применяют при изучении постепенных отказов, износа, при исследовании процессов, на изменение которых влияет большое число факторов, при определении наработки восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов; 2) закон распределения Вейбула-Гнеденко описывает усталостные и хрупкие разрушения, внезапные и постепенные отказы, используют при определении наработки невосстанавливаемых объектов в основном в период приработки; 3) экспоненциальный закон – частный случай распределения Вейбула-Гнеденко применяется при анализе внезапных отказов, в объектах, прошедших предварительную приработку.

Контрольная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1. Свойства и показатели надежности объекта.

Цель работы: Используя эксплуатационные данные, а также и данные по отказам и ремонтам объекта, определить показатели надежности объекта.

Описание работы, задания в Учебно-методических пособиях по ССЫЛКАМ:

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova11.pdf - Расчет показателей надежности по эмпирическим данным при малой выборке: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности"/УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 548 Кб.;

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova12.pdf - Математическая обработка

результатов наблюдений при экспоненциальном законе распределения : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,18 Мб.;
 - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova13.pdf - Математическая обработка результатов наблюдений при нормальном законе распределения : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,17 Мб.;
 - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova14.pdf - Расчет показателей безотказности и долговечности. Расчет экономических показателей надежности : учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 704 Кб.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ:

Задание 1: Оценить вероятность отказа 800-часовой работы насоса, если число безотказно работающих при испытании 200-т насосов такого же типа за тот же период времени, равно 60
 Задание 2: Определить интенсивность отказов в момент времени 10 тыс. часов, если за это время отказало 700 объектов из 1000 объектов, взятых на испытание
 Задание 3: Определить вероятность того, что в данный момент времени объект работает, а не ремонтируется, если за 10 тыс. часов работы суммарная продолжительность его ремонтов составляет 2 тыс. часов
 Задание 4: Определить коэффициент надежности объекта, находящегося в эксплуатации 5 лет, если затраты на его проектирование составили 2 д.ед., на изготовление его деталей - 4 д. ед., на его транспортировку – 1 д. ед., сборку и монтаж - 2 д. ед., затраты на его эксплуатацию в течение 5-ти лет его работы составляют 5 д. ед., ремонт, обслуживание – 1 д. ед. в год.
 Задание 5: Определить среднюю наработку до отказа объекта, который в течение 326-ти суток эксплуатации до остановки на капитальный ремонт останавливался 2 раза на 2-ое и 4-ро суток по причине отказа и 2 раза по плану на 1-и сутки на планово-предупредительный ремонт
 Задание 6: Определить вероятность безотказной работы объекта, который в течение 326-ти суток эксплуатации до остановки на капитальный ремонт останавливался вне плана 3 раза по причине отказа и 2 раза по плану на планово-предупредительный ремонт

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2. Надежность сложных технологических систем. Ресурс оборудования.

Цель работы: Повышение надежности сложной технологической системы. Достижение заданной надежности системы с наименьшими затратами. Обеспечение заданной надежности системы с резервом меньшим проектного. Определение остаточного ресурса оборудования при малоцикловых нагрузках, используя эксплуатационные данные и данные предварительного обследования. Определение остаточного ресурса оборудования, подвергающегося при эксплуатации коррозионно-эрозионному разрушению.

Описание работы, задания в Учебно-методических пособиях по ССЫЛКАМ:

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova15.pdf - Расчет надежности сложной технологической системы: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,07 Мб.;
 - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova16.pdf - Выбор оптимального числа резервных элементов в системе в случае нагруженного резерва: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 532 Кб.;
 - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova18.pdf - Расчет системы на надежность и прочность: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габ-

басова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 560 Кб.

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova19.pdf - Остаточный ресурс при малоцикловых нагрузках: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 2,42 Мб.;

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova20.pdf - Остаточный ресурс химического оборудования по критерию коррозионной стойкости: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 2,16 Мб.;

- URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Gabbasova21.pdf - Статистические методы расчета остаточного ресурса: учебно-методическое пособие для выполнения практических работ по дисциплинам "Основы надежности", "Основы теории надежности" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. А. Х. Габбасова. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 572 Кб.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ:

Задание 1: Определить настолько изменится надежность системы с параллельным соединением элементов при увеличении числа элементов с 2 до 5, если вероятность отказа каждого элемента равна 0,3.

Задание 2: Определить сколько необходимо установить элементов с надежностью 0,6, чтобы вероятность отказа системы была равна 0,05.

Задание 3: Проверить условие отсутствия у элемента сложной системы предельного состояния. Коэффициент вариации прочности принять 0,30; нагрузки - 0,25. Получены точка пересечения кривых $f(Q)$ и $w(R)$ – 4,8, ряд значений Q_i составляет: а ряд значений R_i .

Задание 4: Определить средний остаточный ресурс турбокомпрессора после 17 тыс. ч работы. Наработки до предельного состояния аналогичных объектов, тыс. ч: {18; 20; 15; 16; 25}, а вероятность безотказной работы – 1,00.

Задание 5: Определить остаточную долговечность аппарата, находящегося в эксплуатации 40 лет, с учетом коэффициента вариации 0,4 в случае оптимистического прогноза. Установлена остаточная долговечность 20 лет.

Задание 6: Определить среднюю скорость коррозии аппарата с толщиной стенки 10 мм после 20 лет эксплуатации. Остаточная толщина стенки в 6 равноудаленных точках, мм: 8,0; 9,5; 9,8; 9,9; 9,0, 9,3.

Задание 7: Определить остаточный ресурс реактора коксования после 12 тыс. ч работы. Средняя интенсивность отказов гидрорезака ректора после 9,76 тыс.ч работы составляет 0,424 1/тыс.ч, а вероятность его безотказной работы 0,333.

Тестирование.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ С ПРАВИЛЬНЫМИ ОТВЕТАМИ:

Номер:##36989.1.1.1.110.1.0(1)

Задание: Чему равна надежность всей системы, если надежность P_1 одного из элементов системы, состоящей из n последовательно соединенных элементов, равна 0,5, при этом $P_1 < P_2 < P_3 \dots < P_n$

Ответы:

- $P_c < 0,5$
- $P_c = 0,5$

- $P_c > 0,5$
- $P_c ? 0,5$

Правильный ответ: $P_c < 0,5$

Номер:##36989.1.1.1.111.1.0(1)

Задание: Чему равна надежность всей системы, если надежность элементов $P_1=0,5$, $P_n=0,9$ в системе, состоящей из n параллельно соединенных элементов, в которой $P_1 < P_2 < P_3 \dots < P_n$

Ответы:

- $P_c > 0,9$
- $P_c = 0,5$
- $P_c < 0,5$
- $P_c ? 0,9$

Правильный ответ: $P_c > 0,9$

Номер:##36989.1.1.1.112.1.0(1)

Задание: Чему равна надежность всей системы, если надежность элементов $P_1=0,3$, $P_n=0,8$ в системе, состоящей из n параллельно соединенных элементов, в которой $P_1 < P_2 < P_3 \dots < P_n$

Ответы:

- $P_c > 0,8$
- $P_c ? 0,8$
- $P_c = 0,3$
- $P_c < 0,3$

Правильный ответ: $P_c > 0,8$

Номер:##36989.1.1.1.113.1.0(1)

Задание: Чему равна надежность всей системы, если надежность элементов $P_1=0,4$, $P_n=0,7$ в системе, состоящей из n параллельно соединенных элементов, в которой $P_1 < P_2 < P_3 \dots < P_n$

Ответы:

- $P_c > 0,7$
- $P_c = 0,4$
- $P_c ? 0,7$
- $P_c < 0,4$

Правильный ответ: $P_c > 0,7$

Номер:##36989.1.1.2.114.1.0(1)

Задание: Число кратности резервирования системы на схеме на рисунке (где Q - производительность) составляет...

Ответы:

- $1/3$
- $2/3$

- 1
- 2/4

Правильный ответ: 1/3

Номер:##36989.1.1.2.115.1.0(1)

Задание: Резервирование системы на схеме на рисунке (где Q - производительность) является...

Ответы:

- дробным
- целым
- кратным
- цельным

Правильный ответ: дробным

Номер:##36989.1.1.2.116.1.0(1)

Задание: Вероятность отказа элементов системы и системы в целом (см. рисунок) рассчитываются по формулам...

Ответы:

- для элемента 1: $[1-P_1(t)]$; для элемента 2: $[1-P_2(t)]$; для системы в целом: $[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$
- для элемента 1: $P_1(t)$; для элемента 2: $P_2(t)$; для системы в целом: $1-[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$
- для элемента 1: $[1-P_1(t)]$; для элемента 2: $[1-P_2(t)]$; для системы в целом: $1-[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$
- для элемента 1: $P_1(t)$; для элемента 2: $P_2(t)$; для системы в целом: $[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$

Правильный ответ: для элемента 1: $[1-P_1(t)]$; для элемента 2: $[1-P_2(t)]$; для системы в целом: $[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$

Номер:##36989.1.1.2.117.1.0(1)

Задание: Вероятность безотказной работы элементов системы и системы в целом (см. рисунок) рассчитываются по формулам...

Ответы:

- для элемента 1: $P_1(t)$; для элемента 2: $P_2(t)$; для системы в целом: $1-[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$
- для элемента 1: $[1-P_1(t)]$; для элемента 2: $[1-P_2(t)]$; для системы в целом: $[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$
- для элемента 1: $[1-P_1(t)]$; для элемента 2: $[1-P_2(t)]$; для системы в целом: $1-[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$
- для элемента 1: $P_1(t)$; для элемента 2: $P_2(t)$; для системы в целом: $[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$

Правильный ответ: для элемента 1: $P_1(t)$; для элемента 2: $P_2(t)$; для системы в целом: $1-[1-P_1(t)] \cdot [1-P_2(t)]$

Номер:##36989.1.1.2.118.1.0(1)

Задание: Вероятность безотказной работы систем на рисунке рассчитываются по формулам...

Ответы:

- для системы А: $[1-(1-P1 \cdot P2) \cdot (1-P2 \cdot P3)]$; для системы Б: $[1-(1-P1) \cdot (1-P2)] \cdot [1-(1-P2) \cdot (1-P3)]$
- для системы А: $[1-(P1 \cdot P2) \cdot (P2 \cdot P3)]$; для системы Б: $[1-(P1 \cdot P2)] \cdot [1-(P2 \cdot P3)]$
- для системы А: $[1-P1 \cdot P2] \cdot [1-P2 \cdot P3]$; для системы Б: $[1-(1-P1) \cdot (1-P2) \cdot (1-P2) \cdot (1-P3)]$
- для системы А: $[1-(1-P1 \cdot P2) \cdot (1-P2 \cdot P3)]$; для системы Б: $[1-(P1 \cdot P2)] \cdot [1-(P2 \cdot P3)]$

Правильный ответ: для системы А: $[1-(1-P1 \cdot P2) \cdot (1-P2 \cdot P3)]$; для системы Б: $[1-(1-P1) \cdot (1-P2)] \cdot [1-(1-P2) \cdot (1-P3)]$

Номер:##36989.1.1.2.119.1.0(1)

Задание: Формула $[1-P1(t)] \cdot [1-P2(t)] \dots$

Ответы:

- является расчетной для определения вероятности отказа системы с последовательным соединением элементов
- является расчетной для определения вероятности безотказной работы системы с параллельным соединением элементов
- является расчетной для определения вероятности безотказной работы системы с последовательным соединением элементов
- является расчетной для определения вероятности отказа системы с параллельным соединением элементов

Правильный ответ: является расчетной для определения вероятности отказа системы с последовательным соединением элементов

Номер:##36989.1.1.2.120.1.0(1)

Задание: Какая схема соединения компрессоров является самой надежной? Надежность элементов равна 0,9. Схемы построены на использовании компрессоров производительностью Q, Q/2 и Q/3. Производству требуется сжатый газ в количестве Q.

Ответы:

- самой надежной является компрессорная станция по схеме 2
- самой надежной является компрессорная станция по схеме 1
- самой надежной является компрессорная станция по схеме 3
- самой надежной является компрессорная станция по схеме 4

Правильный ответ: самой надежной является компрессорная станция по схеме 2

Номер:##36989.1.1.2.121.1.0(1)

Задание: Определите тип соединения компрессоров: последовательное, параллельное или система «2 из 3-х». Надежность элементов равна 0,9. Схемы построены на использовании компрессоров производительностью Q/2. Производству требуется сжатый газ в количестве Q.

Ответы:

- схема А – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – система «2 из 3-х» с надежностью $P_c=0,97$
- схема А – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,73$

- схема А – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,98$
- схема А – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,99$; схема Б – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,73$

Правильный ответ: схема А – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – система «2 из 3-х» с надежностью $P_c=0,97$

Номер:##36989.1.1.2.122.1.0(1)

Задание: Определите тип соединения компрессоров: последовательное, параллельное или система «2 из 3-х». Надежность элементов равна 0,9. Схемы построены на использовании компрессоров производительностью Q и Q/3. Производству требуется сжатый газ в количестве Q.

Ответы:

- схема А – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,99$; схема Б – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,73$
- схема А – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,73$
- схема А – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,98$
- схема А – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,81$; схема Б – система «2 из 3-х» с надежностью $P_c=0,97$

Правильный ответ: схема А – параллельное соединение с надежностью $P_c=0,99$; схема Б – последовательное соединение с надежностью $P_c=0,73$

Номер:##36989.1.1.3.123.1.0(1)

Задание: Настолько изменится надежность системы с параллельным соединением элементов при увеличении числа элементов с 2 до 4, если вероятность отказа каждого элемента равна 0,6

Ответы:

- увеличится на 36 %
- снизится на 36 %
- снизится на 18 %
- увеличится на 18 %

Правильный ответ: увеличится на 36 %

Номер:##36989.1.1.3.124.1.0(1)

Задание: Настолько изменится надежность системы с параллельным соединением элементов при увеличении числа элементов с 2 до 5, если вероятность отказа каждого элемента равна 0,3

Ответы:

- увеличится на 9,6 %
- увеличится на 2,7 %
- снизится на 9,6 %
- снизится на 2,7 %

Правильный ответ: увеличится на 9,6 %

Номер:##36989.1.1.1.125.1.0(1)

Задание: Настолько изменится надежность системы с параллельным соединением элементов при увеличении числа элементов с 3 до 6, если вероятность отказа каждого элемента равна 0,4

Ответы:

- увеличится на 6,4 %
- снизится на 6,4 %
- снизится на 21,6 %
- увеличится на 21,6 %

Правильный ответ: увеличится на 6,4 %

Номер:##36989.1.1.3.126.1.0(1)

Задание: Проверить условие отсутствия у элемента сложной системы предельного состояния. Коэффициент вариации прочности составляет 0,30; нагрузки 0,25. Точка пересечения кривых $f(Q)$ и $f(R)$ равна 4,8 при известных рядах значений Q_i и ряд значений R_i (см. рисунок)

Ответы:

- 0,350
- 0,500
- 0,325
- 0,174

Правильный ответ: 0,350

Номер:##36989.1.1.3.127.1.0(1)

Задание: Сколько необходимо установить элементов с надежностью 0,6, чтобы вероятность отказа системы с параллельным соединением была равна 0,05

Ответы:

- 4
- 6
- 1
- 2

Правильный ответ: 4

Аннотация к рабочей программе дисциплины (36989) Основы надежности

Направление подготовки (специальность): 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: профиль «Оборудование нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная; заочная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации:

-12.1 Демонстрирует знания о повышении надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации

Результат обучения

Знать:

ОПК-12-1 методы определения основных показателей надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, вероятные причины возникновения деградационных процессов и отказов в их деталях и узлах

Уметь:

ОПК-12-1 управлять качеством технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, проводить анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого их качества

Владеть:

ОПК-12-1 навыками оценки и повышения уровня показателей надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации, навыками анализа результатов деятельности сервисных подразделений предприятий

Краткая характеристика дисциплины

Математические основы теории надежности; Физические основы надежности. Закономерности физико-химических процессов в материалах элементов;

Трудоёмкость (з.е. / часы)

3 з.е. (108час)

Вид промежуточной аттестации

зачет;

Разработчик(и):

_____ доцент, канд. техн. наук Габбасова А.Х.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев